



Міністерство освіти і науки України  
Акціонерне товариство „Українська  
залізниця”  
Транспортна академія України  
Федерація залізничників України  
Український державний університет  
залізничного транспорту

УкрДУЗТ – УЗ - ФЗУ

ІНФОРМАЦІЙНО-  
КЕРУЮЧІ СИСТЕМИ  
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ  
ТРАНСПОРТІ

2021

УКРАЇНА  
ЖОВТЕНЬ

34-а міжнародна  
науково-практична  
к о н ф е р е н ц і я  
ж о в т е н ь 2021р.  
Україна

„Інформаційно-  
керуючі системи  
на залізничному  
транспорті”

#### **Оргкомітет:**

##### **Голова:**

Панченко С. В., д.т.н., ректор Українського державного університету залізничного транспорту

**Члени оргкомітету:** Бабаєв М. М., д.т.н. (Україна), Бойнік А. Б., д.т.н. (Україна), Бунчуков О. А. (Україна), Бутько Т. В., д.т.н. (Україна), Гаврилюк В. І., д.ф-м.н. (Україна), Гончаренко В. І. (Україна), Доценко С. І., д.т.н. (Україна), Жуковицький І. В., д.т.н. (Україна), Замула О. А., д.т.н. (Україна), Каргін А. О., д.т.н. (Україна), Климаш М. М., д.т.н. (Україна), Збігнев Лукасік, д.т.н. (Польща), Марек Мезитис, д.т.н. (Латвія), Мойсеєнко В. І., д.т.н. (Україна), Приходько С. І., д.т.н. (Україна), Рубан І. В., д.т.н. (Україна), Самсонкін В. М., д.т.н. (Україна), Серков О. А., д.т.н. (Україна), Скалозуб В. В., д.т.н. (Україна), Терещенко Ю. М. (Україна), Тьєрі Хорсін (Франція), Шиш В. О., к.т.н. (Україна), Штомпель М. А., д.т.н. (Україна)

2021 р.  
29 жовтня

---

м. Харків,  
Україна

**ТЕЗИ СТЕНДОВИХ ДОПОВІДЕЙ ТА ВИСТУПІВ  
УЧАСНИКІВ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**ТЕЗИСЫ СТЕНДОВЫХ ДОКЛАДОВ И ВЫСТУПЛЕНИЙ  
УЧАСТНИКОВ КОНФЕРЕНЦИИ**

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

---

*Приходько С. І., професор, д.т.н. (УкрДУЗТ)*  
*Єлізаренко А. О., доцент, к.т.н. (УкрДУЗТ)*  
*Єлізаренко І. О., провідний інженер (ХФ УДЦР)*  
 УДК 656.254.16

## ПЕРЕХІД ЗАЛІЗНИЧНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ НА КАНАЛЬНУ СІТКУ ЧАСТОТ З КРОКОМ 12,5 кГц

Для організації залізничного технологічного радіозв'язку в метровому діапазоні радіохвиль були виділені ділянки спектра: 151,725 – 154,000 МГц і 155,000 – 156,000 МГц, на основі використання радіозасобів с каналною сіткою частот 25 кГц [1]. В відомчих нормативних документах використовується нумерація каналів від першого на частоті 151,725 МГц до 133 на частоті 156,000 МГц.

Згідно з цією нумерацією каналів проведено розподіл частот між різними видами радіозв'язку, підібрані групи інтермодуляційно сумісних частот та призначаються робочі канали радіомереж.

Національна комісія з регулювання зв'язку та інформатизації прийняла рішення про впровадження каналної сітки радіочастот 12,5 кГц для засобів зв'язку УКХ діапазону [2]. Це дозволить суттєво підвищити ефективність використання виділеного частотного ресурсу для багатьох служб.

Технологічні користувачі повинні здійснити перехід на нову каналну сітку 12,5 кГц на час закінчення терміну дії дозволів на експлуатацію РЕЗ шляхом переоформлення дозволів відповідно до законодавства.

При цьому номінальні робочі частоти радіомереж з кроком сітки частот 12,5 кГц необхідно розраховувати за формулою в смузі частот 150,05 – 168,5 МГц

$$F = 150,05 + (n - 1) \cdot 0,0125;$$

$$n = 1 \dots 1476.$$

Таким чином перший канал, з відведених для технологічного радіозв'язку АТ «Укрзалізниця» можна визначити, як

$$F = 150,05 + (135 - 1) \cdot 0,0125 = 151,725 \text{ МГц},$$

де  $n$  у формулі складає 135.

Останній канал на частоті 156,000 МГц визначають, як

$$F = 150,05 + (477 - 1) \cdot 0,0125 = 156,000 \text{ МГц}.$$

де  $n$  складає 477.

Бажано зберегти і відомчу нумерацію каналів, що значно зручніше чим шестизначна цифра несучої частоти.

Пропонується для радіоканалів у новій сітці частот з кроком 12,5 кГц ввести нумерацію каналів починаючи з 201 для частоти 151,725 МГц та 202 для наступного каналу і так далі до каналу 464, який відповідає частоті 156,000 МГц. Певна кількість радіозасобів буде деякий час працювати з кроком сітки частот 25 кГц, при цьому частоти відповідні непарним номерам нової нумерації каналів збігаються з частотами для сітки 25 кГц.

Для роботи діючих аналогових систем і мереж радіозв'язку в перехідний період може використовуватися крок сітки частот 25 кГц, а при модернізації та будівництві нових аналогових систем і мереж – 12,5 кГц. Аналогові радіозасоби до модернізації мають працювати в симплексному режимі з використанням однієї і тієї самої частоти для приймання і передачі. Цифрові радіозасоби систем і мереж радіозв'язку можуть працювати в режимі двочастотного симплексу з кроком сітки частот 12,5 кГц.

Певний час у перехідний період будуть працювати існуючі аналогові радіозасоби з кроком сітки частот 25 кГц та радіостанції з кроком сітки 12,5 кГц. Аналіз та досвід переходу від радіозасобів системи ЖР-У з кроком сітки частот 50 кГц до радіозасобів з рознесенням 25 кГц показав, що внаслідок різниці частот сусідніх каналів будуть відрізнятися характеристики випромінювання передавачів і характеристики вибіркості радіоприймальних пристроїв [3].

Неузгодженість амплітудно-частотної характеристики приймача радіостанцій з характеристиками випромінюваного сигналу призводить до порушення нормальних амплітудних і фазових співвідношень у спектрі сигналу, що приймається.

Зменшення девіації частоти сигналів, що надходять від передавачів радіостанцій з рознесенням 12,5 кГц, знижує вихідну потужність сигналу приймача радіостанції з рознесенням 25 кГц. При деякій корекції модуляційних характеристик радіостанцій це не викликає суттєвих ускладнень в роботі радіозасобів.

Одночасно з цим виникає питання модернізації мереж технологічного радіозв'язку на основі застосування сучасних цифрових радіотехнологій. Зараз розроблюються технічні пропозиції із запровадження цифрових радіозасобів для АТ «Укрзалізниця» на основі використання систем стандарту цифрового мобільного радіозв'язку DMR.

### Список використаних джерел

1. План використання радіочастотного ресурсу України: затв. Постановою Кабінету Міністрів України від 09.06.2006 р. №815. Бюлетень

- Національної комісії з питань регулювання зв'язку України. Київ. №6, 2006. – 174 с.
- Рішення НКРЗІ № 411 від 19.10.2006 Про впровадження каналної сітки радіочастот 12,5 кГц для засобів зв'язку УКХ діапазону.
  - ДСТУ 4184:2003. Радіостанції з кутовою модуляцією суходільної рухомої служби. Класифікація. Загальні технічні вимоги. Методи вимірювання. 2003.– 50 с.

*Приходько С. І., д.т.н., професор,  
Штомпель М. А., д.т.н., професор (УкрДУЗТ)*

УДК 621.391

### **ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМНО- КОНФІГУРОВАНИХ МЕРЕЖ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ**

Необхідність впровадження новітніх інформаційних та телекомунікаційних послуг для пасажирів залізниць України призводить до пошуку нових архітектурних рішень з побудови мережевої інфраструктури. Проведений аналіз показав, що наявні мережі мають ряд обмежень, зокрема, статичне надання мережевих ресурсів, індивідуальне конфігурування кожного мережевого обладнання, складність зміни мережевих політик та впровадження нових сервісів, використання мережевого обладнання різних виробників [1].

Для подолання наведених обмежень та підвищення ефективності мережевої інфраструктури у роботі розглянуто можливість застосування технології програмно-конфігурованих мереж в умовах залізничного транспорту. Показано, що дана технологія дозволяє здійснити відокремлення функції керування мережевим обладнанням від безпосередньої передачі інформації, забезпечити керування мережею в цілому та створити програмний інтерфейс між мережевим додатком та транспортним середовищем [2, 3].

У роботі представлена архітектура програмно-конфігурованих мереж у загальному випадку та розглянуто підходи до адаптації існуючих технічних рішень з урахуванням особливостей залізничної галузі. Також у роботі проаналізовано принципи технічної реалізації відповідних мережевих протоколів та елементів мережевої інфраструктури, на яких заснована технологія програмно-конфігурованих мереж. На основі проведених досліджень запропоновані практичні рекомендації щодо застосування даного підходу до модернізації наявної мережевої інфраструктури.

### **Література**

- Воробієнко, П.П. Телекомунікаційні та інформаційні мережі / П.П. Воробієнко, Л.А. Нікітюк, П.І. Резніченко. – К., 2010. – 708 с.
- Cox, Jacob H. Advancing Software-Defined Networks: A Survey / Jacob H. Cox, Joaquin Chung, Sean Donovan, Jared Ivey, Russell J. Clark, George Riley, Henry L. Owen // Access IEEE. – 2017. – Vol. 5. – P. 25487-25526.
- Thyagaturu, Akhilesh S. Software Defined Optical Networks (SDONs): A Comprehensive Survey / Akhilesh S. Thyagaturu, Anu Mercian, Michael P. McGarry, Martin Reisslein, Wolfgang Kellerer // Communications Surveys & Tutorials IEEE. – 2016. – Vol. 18, No. 4. – P. 2738-2786.

*Штомпель М. А., д.т.н., професор,  
Жученко О. С., к.т.н., доцент (УкрДУЗТ)*

УДК 621.391

### **ДЕКОДУВАННЯ ЗАВАДОСТІЙКИХ КОДІВ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ**

Розвиток мережевих технологій забезпечує можливість постійного удосконалення якості надання телекомунікаційних послуг та впровадження новітніх сервісів. Розширення застосування безпроводових засобів передавання інформації призводить до ускладнення завадового стану та потребує застосування додаткових методів обробки сигналів, завадостійкого кодування, стиснення даних тощо [1, 2]. З метою підвищення достовірності інформації, що передається у безпроводових мережах різного призначення, широко застосовуються блокові коди. При цьому декодування даних кодів є складною задачею, що потребує значних обчислювальних ресурсів (особливо для кодів великої довжини), а існуючі традиційні методи декодування мають ряд суттєвих обмежень [3].

У роботі проведено аналіз наявних методів декодування блокових кодів, що засновані на технології нейронних мереж, та виявлено шляхи подальшого розвитку даного підходу. Також у роботі сформульовано задачу декодування даного класу кодів у вигляді оптимізаційної задачі з відповідними обмеженнями. Наведено загальну схему нейромережевого декодування блокових кодів та розглянуто особливості реалізації окремих етапів декодування. Проведено дослідження ефективності традиційних та нейромережевих методів декодування блокових кодів із заданими параметрами у каналі з адитивним білим гауссовим шумом. На основі отриманих результатів запропоновано практичні рекомендації щодо застосування представлених підходів до декодування блокових кодів у сучасних безпроводових мережах.

**Список використаних джерел**

1. Saad, W. A vision of 6G wireless systems: Applications, trends, technologies, and open research problems / W. Saad, M. Bennis, and M. Chen // IEEE Network. – 2020. – Volume 4, Issue 3. – P. 134–142.
2. Штомпель, Н. А. Тенденции развития методов помехоустойчивого кодирования информации в телекоммуникациях / Н. А. Штомпель // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил – Харків: ХНУПС ім. І. Кожедуба, 2017. – № 1. – С. 35–37.
3. Berbia, H. Genetic Algorithm for Decoding Linear Codes over AWGN and Fading Channels / H. Berbia, F. Elbounani, R. Romadi, H. Benazza, M. Belkasm // Journal of Theoretical and Applied Information Technology. – 2011. – Vol. 30, № 1. – P. 35 – 41.

*Давиденко М. Г., к.т.н., доцент,  
Зінченко О. Є., к.т.н., доцент (УкрДУЗТ)*

УДК 656.259/519.7

### **ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ОПТИМАЛЬНОГО ПРИЙМАННЯ СИГНАЛІВ В СИСТЕМАХ ІНТЕРВАЛЬНОГО РЕГУЛЮВАННЯ РУХУ, ПОБУДОВАНИХ НА БАЗІ РЕЙКОВИХ ЛІНІЙ**

Системи інтервального регулювання руху поїздів є важливою технічною складовою комплексу засобів з дотримання умов безпечного переміщення залізничного контенту. Підсистеми автоматичної локомотивної сигналізації неперервного типу (АЛСН) та тональних рейкових кіл (ТРК), в свою чергу, є важливими складовими вказаних систем. Метою функціонування цих підсистем є донесення до кінцевого споживача (локомотивної бригади або/та диспетчера) інформації про вільність або зайнятість однієї або кількох ділянок рейкової колії, що передують поїзду. В обох із цих підсистем інформаційний сигнал поширюється від генератора до приймального пристрою рейковою лінією, тобто парою рейок, які і утворюють власне залізничну колію. Така лінія передачі сама по собі ніяк не захищена від зовнішніх електромагнітних завад. Вона також може створювати завади внутрішнього походження, обумовлені існуванням локальної намагніченості рейок і шумами в провідному середовищі. Завади усіх видів можуть призводити до помилок в формуванні рішень щодо руху поїздів, а звідси – до утворення надзвичайних ситуацій. З огляду на зростання кількості та типу джерел техногенних завад в існуючих приймальних пристроях АЛСН та ТРК зростає кількість помилок при прийомі інформаційних сигналів. Тому задача підвищення завадостійкості прийому таких сигналів є вкрай актуальною.

З практичної точки зору об'єктивним показником

завадостійкості є величина ймовірності помилки в прийнятті рішення за фіксований час спостереження суміші “сигнал + завада”. Математичним інструментом побудови алгоритмів обробки цієї суміші і синтезу відповідних приймачів, які забезпечують мінімально досягну величину ймовірності такої помилки, є теорія оптимального прийому сигналів.

Вважатимемо, що всі завади адитивні відносно сигналу та одна відносно іншій. Специфікою АЛСН є те, що інформаційних сигналів три (“зелений”, “жовтий” та “червоно-жовтий”). А відтак задача оптимального прийому сигналів набуває вигляду задачі оптимального розрізнення трьох сигналів. Типова завада роботі АЛСН є трикомпонентною: 1) імпульсна завада, викликана проїздом стрілки або ізолюючого стику; 2) завада від лінії електропередач змінного струму; 3) стаціонарна шумова завада. Перші дві завади структурно детерміновані, їм можна поставити у відповідність аналітичні вирази. Специфікою ТРК є те, що інформаційний сигнал один, і тому задача оптимального прийому набуває вигляду задачі оптимального виявлення сигналу. Типова завада роботі ТРК є п'ятикомпонентною: 1) завада від суміжного ТРК; 2) сумарна завада від тягового струму в рейках і від лінії електропередач; 3) завада від тягового перетворювача локомотива; 4) імпульсна завада; 5) стаціонарна шумова завада. Перші чотири завади структурно детерміновані, їм можна поставити у відповідність аналітичні вирази. Як у випадку АЛСН, так і у випадку ТРК числові параметри структурно детермінованих завад невідомі, але їх можна вважати постійними на інтервалі спостереження. У випадку АЛСН рішення про вид сигналу треба виносити щоімпульсно, у випадку ТРК – за найменший технологічно можливий час. За таких умов єдиним шляхом розв'язання задачі є попереднє сумісне оцінювання параметрів сигналу та завад щоінтервалу спостереження. Критерієм точності оцінювання параметрів прийнято мінімум середнього квадрату помилки апроксимації. За отриманими оцінками параметрів розраховано величини власне помилки апроксимації. Потрібне рішення (вид сигналу АЛСН або наявність/відсутність сигналу в ТРК) відповідає каналу обробки, в якому величина помилки найменша. Сумісне оцінювання параметрів інформаційного сигналу та структурно детермінованих завад забезпечує оперативну адаптацію пристрою до змін в часі кожного з цих параметрів. Числові оцінки завадостійкості синтезованих пристроїв задовольнили нормативним вимогам.

**Список використаних джерел**

1. Фалькович С.Е., Хомяков Э.Н. Статистическая теория измерительных радиосистем. Москва: Радио и связь, 1981. 288с.

2. Development of a device for the optimal reception of signals against the background of an additive three-component interference/ O. Ananieva, M. Babaiev, V. Blyndiuk, M. Davidenko// Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2019. Vol.2, Issue 9(98). P. 6-13.
3. Synthesis of a device for anti-jamming reception of signals of tonal rail circuits on the background of additive five-component interference/ S. Panchenko, O. Ananieva, M. Babaiev, M. Davidenko, V. Panchenko// Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2021. Vol.3, Issue 9(111). P.94-102.

*Кривуля Г. Ф., д.т.н., професор,  
Токарев В. В., к.т.н., доцент,  
Щербак В. К., аспірант (ХНУРЭ)*

### **ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ЛОКАЛИЗАЦИЯ УЗЛОВ В БОЛЬШИХ БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ**

В настоящее время беспроводные сенсорные сети (БСС) применяются в различных приложениях, когда информация о местоположении сенсорных узлов помогает интерпретировать воспринимаемые данные в пространственном контексте.

подавляющее большинство алгоритмов, разработанных для БСС, основаны на том, что все узлы датчиков знают свое положение и, более того, положение ближайших соседних узлов. Поскольку каждое предоставленное измерение строго связано с положением узла датчика в пространстве, процесс локализации по отношению к локальной / глобальной системе координат для каждого узла должен быть реализован. Более того, некоторые другие проблемы, связанные с сетью беспроводных датчиков, (например, географическая маршрутизация, оценка зоны покрытия или процедуры перехода в спящий режим / пробуждение узлов), могут увеличить потребность в выполнении локализации узлов. Цель локализации - предоставить физические координаты для всех узлов датчиков.

Сенсорные узлы обычно развертываются мобильным роботом или другими средствами случайным образом, поэтому они не имеют предварительной информации о своем местонахождении. Оснастить каждый сенсорный узел устройством глобальной системы позиционирования (GPS) из-за высокой стоимости и энергопотребления невозможно для крупномасштабных сетей размерностью несколько сотен и тысяч узлов.

В случае развертывания БСС вручную этот процесс несложен. Для случайного развертывания проблема локализации узлов усложняется. В этом случае используют специальные узлы, которые могут

определять их местоположение автоматически. Эти специальные узлы известны как узлы привязки или якорные узлы, являясь основой каждого метода локализации в глобальных координатах

Из-за неравномерного развертывания узлов привязки в крупномасштабных беспроводных сенсорных сетях на производительность локализации серьезно влияют две проблемы. Во-первых, некоторым неизвестным узлам не хватает соседних якорей для точной локализации. Во-вторых, у некоторых неизвестных узлов есть много соседних якорей, что создает большую вычислительную нагрузку во время локализации. В этой работе предлагается алгоритм локализации, который сочетает совместную оптимизацию и диагностирование БСС. Для первой проблемы предложенный алгоритм выбирает наиболее надежные соседние локализованные узлы в качестве опорных при локализации. Для второй проблемы алгоритм использует три критерия для выбора минимального набора надежных соседних якорей для локализации неизвестного узла. Приведены три критерия для выбора надежных соседних якорей или локализованных узлов при локализации неизвестного узла, включая расстояние, угол и точность локализации.

Важнейшее требование к работе БСС – передача необходимой информации с определенной степенью надежности в условиях, когда возможны отказы компонентов сети. В процессе работы БСС возможны отказы, как узлов, так и каналов связи. Под отказом узла понимается событие, состоящее в том, что узел не выполняет свои функции либо вследствие отказов его компонентов, либо вследствие разрядки батареи. Под отказом канала понимается событие, следствием которого является невозможность его использования для передачи какой-либо информации. В качестве показателя надежности узла обычно используется вероятность безотказной работы в течение интервала времени  $T$  (заданной наработки) при условии, что узлы являются невосстанавливаемыми, а их отказы независимы.

Для обеспечения необходимой надежности работы БСС предлагается осуществлять тестовое диагностирование сети с использованием якорных дополнительных узлов, которые применялись для локализации. Количество таких тестовых узлов равно числу Хэмминга в зависимости от общего числа узлов сети, т.е. суммарного числа датчиков для сбора информации (SN) и узлов ретрансляции (RN) и вычисляется как  $k = 2k - m - 1$ , где  $k$  – количество тестовых узлов,  $m$  – исходное число узлов БСС. После проведения тестового диагностирования сети код Хэмминга указывает адрес неисправного узла.

**Список использованной литературы**

1. L. Cheng, C. Wu, Y. Zhang et al., "A survey of localization in wireless sensor network," *International Journal of Distributed Sensor Networks*, vol. 8, no. 12, Article ID962523, 2012
2. G. Krivoulya, V Shcherbak Intellectual Functional Diagnosis of Large Objects Using Sensor Network. IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS) Proceeding of international conf. Varna, Bulgaria, September 4 – 7, 2020, pp. 507-511

*Ломотько Д. В., д.т.н., професор,  
магістранти Ахметова Л. М., Козлов С. В.  
(УкрДУЗТ)*

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ВАРИАНТІВ РОЗВИТКУ ЗАЛІЗНИЧНИХ ШВИДКІСНИХ ПАСАЖИРСЬКИХ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

Міжнародні пасажирські залізничні перевезення – значна частина світової глобальної та Європейської транспортної системи. Із загального обсягу залізничних перевезень в Україні третина припадає на пасажирські перевезення. Розвинена залізнична мережа країни дозволяє здійснювати прямі міжнародні пасажирські залізничні перевезення в країни СНД, Угорщину, Словаччину, Румунію і Польщу. Українська залізнична система є важливою частиною загальноєвропейської системи залізниць, через територію України проходить кілька важливих залізничних транспортних коридорів. Майбутнє залізничного транспорту України, як важливого інфраструктурного елемента економіки, пов'язано з реалізацією стратегічних рішень, серед яких впровадження великомасштабних інвестиційно-інноваційних проектів.

Найбільш актуальним в теперішній час, на наш погляд, є організація швидкісного пасажирського руху у бік країн ЄС, що вимагає формування сучасної вітчизняної транспортної інфраструктури та технологій, подолання технічних та технологічних бар'єрів при перетині західних кордонів країни. Робота в даному напрямку призведе до позитивних ефектів, головні з яких - це використання транспортного потенціалу країни, локалізація промисловості уздовж транспортних коридорів, розвиток пасажирської логістики.

На теперішній час одним з вагомих вітчизняних інфраструктурних проектів є нове будівництво високошвидкісного залізничного сполучення на дільниці Львів – Мостиська – Держкордон з республікою Польща у Львівській області із проектуванням нового пасажирського транспортно-пересадочного вузла Львів- Скнулів. Останній

дозволить з'єднати залізничний транспорт колії 1435 мм та повітряний транспорт.

Ефективна організація перевезень пасажирів забезпечується спеціалізацією за видами сполучень (міжнародне, Intercity, бізнес-клас, економ-клас, тощо), а також раціональною роботою транспортно-пересадочного вузла, пунктів та технічних засобів продажу проїзних документів для всіх задіяних видів транспорту, наявністю та можливістю здійснення комфортних пересадок між маршрутами, що представляють різні види транспорту. Це потребує застосування інноваційних технологій узгодження графіку руху транспортних засобів, продажу єдиних проїзних документів для різних перевізників, надання сучасних сервісних послуг пасажиром в місцях пересадки та на шляху прямування, створення єдиного інформаційного середовища.

У складних транспортних мережах за участю декількох видів транспорту при неузгодженій роботі перевізників пересадка з одного виду транспорту на інший доставляє пасажиром велику кількість незручностей. Це пов'язано з можливим оформленням декількох проїзних документів, складністю оформлення та переміщення багажу між транспортними засобами, збільшенням непродуктивних втрат часу на поїздку, певні складності з пересадкою що виникають у осіб з обмеженими фізичними можливостями. Якісне обслуговування пасажирів на деяких напрямках перевезень може бути забезпеченим тільки за рахунок використання декількох видів транспорту – залізничного, автомобільного, повітряного. Це викликає необхідність у формуванні високоякісної системи задоволення потреб пасажира при перевезенні за логістичної технологією «door-to-door». В цьому випадку скорочення тривалості перебування пасажира у поїзді та під час пересадок запропоновано досягти із застосуванням логістичних технологій мультимодальних залізничних пасажирських перевезень за участю авто та повітряного транспорту.

Таким чином, в умовах ринкової економіки та реструктуризації галузі, для української залізниці, виникає необхідність нового підходу в організації пасажирських перевезень, який дозволив би скоротити витрати залізниць та підвищити їх привабливість для користувачів, тим самим показавши свої конкурентні переваги:

- спрощення митного контролю та оформлення документів;
- велика пропускна спроможність прикордонних станцій;
- швидкість доставки пасажирів;
- створення інтегрованого графіку руху транспортних засобів за єдиною технологією роботи різних перевізників;
- збереженість багажу під час поїздки.

*Лагута В. В., к.т.н., доцент  
(ДНУЗТ ім. акад. В.Лазаряна)*

## **КОМПОНЕНТИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ ТА ЗАГРОЗИ КОНФІДЕНЦІАЛЬНОСТІ В ІНФОРМАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ КЕРУВАННЯ РУХОМ ПОЇЗДІВ**

Призначення компонент інформаційної безпеки (ІБ) в системах керування рухом поїздів – захист інтересів суб'єктів і об'єктів інформаційної взаємодії. Інтереси мають основні властивості: доступність, цілісність, конфіденційність.

Перший крок при побудові системи ІБ в системі керування - ранжування і деталізація властивостей. Важливість задач ІБ пояснюється двома причинами, [1]:

- цінність накопиченої інформації;
- залежність від інформаційних технологій.

Зникнення актуальних даних з інформаційної бази, видалення або крадіжка конфіденціальних даних, відмова роботи системи бази даних може вилитися в порушенні графіка руху поїздів або привести навіть до аварійної ситуації і загрожувати здоров'ю і життю людей. Все це завдає матеріальної шкоди і шкодить репутації підприємствам залізничного транспорту.

Сьогодні сучасні інформаційні системи (ІС) мають достатню складність, [2], а тому небезпечні навіть без урахування зловмисників. У програмному забезпеченні в процесі експлуатації постійно виявляються вразливі місця. Слід брати до уваги широкий спектр апаратного і програмного забезпечення, численні зв'язки між його компонентами.

З плином часу змінюються принципи побудови ІС. У системах керування використовуються численні зовнішні інформаційні сервіси, власні сервіси з зовнішніх джерел, іноді частина функцій ІС передається зовнішнім організаціям.

Підтвердження складності проблематики ІБ в системі керування рухом поїздів є зростання витрат на захисні заходи і кількості порушень ІБ в поєднанні зі зростанням збитків від кожного порушення.

Позитивні результати в області інформаційної безпеки можуть принести тільки комплексні заходи, [2]: законодавчі, адміністративні, процедурні, програмно-технічні.

Задача ІБ є не тільки технічна. Без постійної уваги служби організації руху поїздів, виділення необхідних ресурсів, без заходів управління персоналом, без законодавчої бази вирішити задачу ІБ неможливо. Комплексний підхід до розв'язання даної проблеми також ускладнює її рішення. Крім того, рішення проблеми вимагає взаємодії фахівців різних областей.

Конфіденційну інформацію в інформаційній системі керування рухом поїздів можна розділити на предметну і службову. Службова інформація (паролі і

т.п.) не стосується до певної предметної області, в інформаційній системі вона грає технічну роль, але її розкриття особливо небезпечно, оскільки воно загрожує отриманню несанкціонованого доступу до всієї інформації, в тому числі і предметної.

Якщо для доступу до інформаційних сервісів використовуються багаторазові паролі або інша конфіденційна інформація, то такі дані можуть зберігатися і в записнику, і на листку паперу (залишаються користувачем на столі). Справа тут не в організованості людей, а в початковій непридатності паролів системи.

Описаний клас уразливості можна назвати розміщенням конфіденційних даних в середовищі, де їм не забезпечено необхідний захист. Загроза полягає в тому, що хтось не відмовиться дізнатися про секрети, які самі просяться в руки. Крім паролів в цей клас потрапляє передача конфіденційних даних у відкритому вигляді, що робить можливим перехоплення даних.

Вельми небезпечною загрозою є виставки, на які багато організацій відправляють обладнання з виробничого сектора, з усіма що зберігаються на них даними. Залишаються незмінними паролі, при віддаленому доступі вони продовжують передаватися в відкритому вигляді. Це погано навіть в межах захищеної мережі організації.

Ще один приклад зміни, про який часто забувають, – зберігання даних на резервних носіях. Копії нерідко просто лежать в шафах і отримати доступ до них можуть багато.

Перехоплення даних взагалі серйозна загроза. Технічні засоби перехоплення добре пророблено, доступні, прості в експлуатації, а встановити їх може хто завгодно, так що цю загрозу потрібно брати до уваги по відношенню не тільки до зовнішніх, а й до внутрішніх комунікацій. Крадіжки обладнання є загрозою не тільки для резервних носіїв, але і для комп'ютерів, особливо портативних. Ноутбуки залишають без нагляду на роботі, в автомобілі, іноді просто втрачають.

Небезпечною нетехнічною загрозою конфіденційності є методи морально-психологічного впливу, такі як маскарад – виконання дій під виглядом особи, яка має повноваження для доступу до даних, [2].

До загроз, від яких важко захищатися, можна віднести зловживання повноваженнями. На багатьох типах систем привілейований користувач (системний адміністратор) здатний прочитати будь-який (незашифрований) файл, отримати доступ до пошти будь-якого користувача і т.д. Наступна загроза – нанесення збитку при сервісному обслуговуванні. Сервісний інженер отримує необмежений доступ до обладнання та має можливість діяти в обхід програмних захисних механізмів.



**Список використаних джерел**

1. Шаньгин В.Ф. Информационная безопасность и защита информации. – М.: «ДМК Пресс», 2016. – 702 с.
2. Ишейнов В.Ф. Информационная безопасность и защита информации. Теория и практика. – М.: «Директ-Медиа», 2020. – 271 с.

*Shelekhan H., Candidate of Techn. Sc.*

*(Ukrainian State University of Railway Transport)*

656.078.1

**CURRENT PROBLEMS OF EFFECTIVE  
FUNCTIONING OF LOGISTIC COMPLEXES  
IN UKRAINE**

For several years in a row, the domestic logistics space faces a number of problems that negatively affect the development of the country's transport and logistics network, and as a result lead to higher freight prices due to large transport component in the price, reduce the attractiveness of logistics complexes for traders.

The main problems of modern transport and logistics complexes of Ukraine include the following:

- underdevelopment of the transport and logistics network on the territory of Ukraine;
- imperfection of the legal framework governing the relationship of participants in logistics chains;
- poor compliance with legislation;
- limited number of technologically advanced logistics complexes;
- lack of clear organization of logistics costs;
- low level of logistics services, including due to obsolescence and unsatisfactory condition of technical devices of logistics complexes;
- inconsistency of their capacity with modern volumes of traffic;
- lack of qualified specialists to provide quality service and others.

Among other negative factors hindering the development of international transport by rail and sea, it should also be noted the location of warehousing and logistics complexes away from railways and waterways[1].

To eliminate this factor at the state level, it is necessary to introduce mechanisms for allocating land for the construction of modern logistics complexes. Such complexes should be located along the railway routes of strategic cargo at border technical stations.

For the development of logistic infrastructure in Ukraine it is necessary to create a system of logistic complexes that would quickly adapt to changes in the internal and external logistic environment. Taking into account Ukraine's proximity to Europe, increasing efficiency of logistic complexes will allow Ukrainian companies to improve the level of service provision and

positively influence the development of international logistics.

**List of references**

1. Global Rankings 2018. The World Bank Group. (n.d.). [lpi.worldbank.org](https://lpi.worldbank.org). Retrieved from: <https://lpi.worldbank.org/international/global> [in English].

*Ломотько Д. В., д.т.н., професор,  
магістранти Нардед Є. О., Брижчук П. М.  
(УкрДУЗТ)*

**ОСНОВНІ НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ  
ОБРОБКИ КОНТЕЙНЕРІВ НА  
ЗАЛІЗНИЦЯХ УКРАЇНИ**

Зростаючий попит на залізничні контейнерні перевезення з боку всіх учасників виробничого процесу вимагає здійснювати пошук ефективних технічних та технологічних рішень, досліджувати та впроваджувати закордонний досвід використання контейнерних логістичних систем, реалізовувати схеми доставки вантажів з підвищеною якістю послуг в умовах скорочення термінів доставки та зменшення транспортних витрат [1].

Основними напрямками комерційної роботи станцій з контейнерами є оформлення перевізних документів та стягнення плати за перевезення. Основні комерційні операції, виконання яких забезпечується на цих станціях:

- облік, контроль виконання планів перевезення вантажів;
- оформлення перевізних документів при прийомі та видачі вантажів;
- визначення провізної плати, зборів за додаткові послуги, нарахування штрафів за порушення договорів та умов перевезення вантажів;
- розрахунки, пов'язані з перевезенням і додатковими послугами у разі проведення їх безпосередньо на станції;
- ведення встановлених форм обліку та оперативного-статистичної звітності з вантажною та комерційною роботи станції;
- повідомлення одержувачів про надходження вантажів на їх адресу;
- підготовка вихідної інформації із перевізних документів для автоматизованого вирішення задач управління роботою залізниць;
- облік та аналіз договорів щодо експлуатації під'їзних колій та договорів про подачу та забирання вагонів.

З метою формування сучасної контейнерної системи на залізницях України пропонується створення особливих логістичних платформ у вигляді

розширених мультимодальних транспортних вузлів або транспортно-логістичних центрів [2]. В цьому сенсі логістична платформа – технологічна основа для системи взаємодії регіональних транспортних вузлів та мультимодальних транспортних структур. Вони повинні функціонувати на базі єдиного взаємозалежного і взаємодоповнюючого регіонального транспортного кластеру, що буде сприяти зростанню вантажопотоків, покращенню соціально-економічного становища та розвитку регіонів.

У зв'язку з нерівномірністю розподілу вантажопотоків по транспортній мережі країни формується система з різною ефективністю виконання логістичних операцій. Це пов'язано з різним станом та ступенем розвитку того чи іншого виду транспорту по регіонах, диференціацією рівня конкурентоспроможності виробників, споживачів та їх систем доставки продукції, наявністю розвинутої інфраструктури (особливо у транспортних коридорах). В цих умовах особливу увагу необхідно приділяти широкому використанню сучасних логістичних технологій доставки вантажів. Серед них важливе значення набувають контейнерні перевезення в універсальних та спеціалізованих контейнерах, необхідність створення та розвитку відповідної інфраструктури у вигляді системи контейнерних терміналів, транспортно-логістичних центрів.

Особливості розвитку вітчизняної системи контейнерних перевезень пов'язано з необхідністю залучення капіталу до транспортної галузі та з необхідністю здійснення організаційної оптимізації інфраструктури з метою розширення переліку транспортно-логістичних послуг. Це необхідно реалізовувати в умовах позиціонування країни, як транзитної держави у зовнішньоекономічній системі. Створення системи міжнародних транспортних коридорів дозволило істотно спростити митні процедури, пов'язані з перетинанням границь, виділити основні транспортні магістралі для реалізації принципово нових технологій перевезення вантажів на підставі створення мультимодальних транспортних вузлів.

Таким чином, у межах системи мультимодальних транспортних комплексів необхідно вирішити науково-прикладне завдання комплексного розвитку усіх видів транспорту на відповідній транспортній і термінальній інфраструктурі во взаємодії з митними органами, системою страхування вантажів та їх інформаційного супроводу, що дозволить в умовах скоординованої взаємодії всіх цих компонентів обирати найкращий логістичний ланцюг доставки вантажів.

#### Список використаних джерел

1. Ломотько Д. В., Ковальов А. О., Ковальова О. В. Formation of fuzzy support system for decision-

making on merchantability of rolling stock in its allocation //Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2015. – Т. 6. – №. 3 (78). – С. 11-17, <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2015.54496>.

2. Ломотько Д. В., Сморгісь І. В. Питання формування сучасної контейнерної системи на залізницях України на базі логістичних принципів / Залізничний транспорт України.- 2016.- №3-4.- С. 23-30.

*Самсонкін В. М., д.т.н., професор (ДУІТ),  
Меркулов В. С., к.т.н., доцент,  
Бізюк І. Г., ст.викладач  
(УкрДУЗТ)*

УДК 330.1

#### **ПИТАННЯ БЕЗПЕКИ ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ В МАГІСТЕРСЬКОМУ КУРСІ «УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНИМИ СИСТЕМАМИ В УМОВАХ РИЗИКІВ ТА КРИЗ»**

Безпека стосується як користувачів, так і виробників транспортних засобів. Безпека забезпечує право і можливість подорожувати, не боючись втратити майно, здоров'я та навіть життя з різних причин. Сфера транспортної безпеки має різні втілення: від запобігання вандалізму до захисту від тероризму. Крім того, треба мати на увазі, що заходи забезпечення безпеки не повинні бути нав'язливими [1, 2].

Слід визнати, що з двох основних складових безпеки на транспорті: безпеки руху (safety) і охорони та безпеки громадян і вантажів (security), у транспортних університетах при викладанні відповідних навчальних дисциплін основна увага приділяється проблемі safety, яка інтегрує поняття збереження життя та здоров'я пасажирів, персоналу транспортних компаній, вантажів і транспортної інфраструктури [3]. Проблемі security безпосередньо відводиться значно менше часу, припускаючи, що цими питаннями в транспортних компаніях займаються спеціальні підрозділи служби з надзвичайних ситуацій, поліції, армії, психологічної служби і та інші аналогічні підрозділи.

Запропонована Освітньо-професійна програма (ОПП) магістерського курсу «Управління транспортними системами в умовах ризиків та криз» (у подальшому CRENG) має на меті усунути існуючі, з нашої точки зору, перекося та заповнити прогалини. Вона складається з 23 обов'язкових та вибіркового навчальних дисциплін. У цьому переліку присутні дисципліни професійної підготовки, які безпосередньо присвячені питанням безпеки транспортних процесів в умовах ризиків та криз.

Основні теми навчальних дисциплін, де розглядаються аспекти безпеки:

№ теми	Назва теми
1	Система управління безпекою транспортних процесів
2	Системний підхід у керуванні безпекою на транспорті
3	Врахування впливу навколишнього середовища на забезпечення транспортних процесів
4	Особливості управління безпекою руху на автомобільному, водному та повітряному транспорті
5	Технічні та інформаційні засоби забезпечення транспортних процесів на залізничному транспорті
6	Сучасний підхід до управління рухом поїздів за допомогою системи ERTMS/ETCS
7	Класифікація транспортних подій та порушень регламенту перевезень у транспортних системах
8	Убезпечення транспортних процесів на основі аналізу статистики транспортних подій та порушень
9	Стійкість (Resilience) транспортної системи – запорука ефективної реакції на кризову ситуацію
10	Зменшення імовірності настання кризової ситуації за рахунок ITS
11	Помилки людини
12	Вплив фізичного середовища на людину
13	Негативний вплив людського чинника на безпеку транспортних процесів

УкрДУЗТ є партнером цього проекту.

При розробці ОПП магістерського курсу «Управління транспортними системами в умовах ризиків та криз» приймав участь як рецензент д.т.н., професор Бойнік А.Б., який нещодавно пішов з життя.

#### Список використаних джерел

1. Disaster Risk Management in the Transport Sector. A Review of Concepts and International Case Studies. – The World Bank, June 2015.
2. Самсонкін В.М. Теорія безпеки на залізничному транспорті / В.М. Самсонкін, В.І. Мойсеєнко. – К.: «Каравела», 2014. – 400с.
3. Arni Tazira. Transport Safety and Security Author. <https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox/FMfcgzGkXdCRnmlMzwzdmTbQcXdcXQkV>

*Трубчанінова К. А., д.т.н., професор (УкрДУЗТ)*

### ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ НАДШИРОКОСМУГОВОГО СИГНАЛУ У СИСТЕМАХ ЗВ'ЯЗКУ МОБІЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ ПРОМИСЛОВОГО ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

Промислові об'єкти, які використовують сучасні ІТ-технології з автоматизованим управлінням підприємством, вимагають забезпеченої надійності та безпеки інформації, що циркулює як усередині системи, так і за її межами. Складність організації відносин у системі між окремими елементами робить переважним використання каналів бездротового зв'язку. Це пояснюється тим, що, з одного боку, виникають труднощі у забезпеченні безпеки каналів зв'язку - обидва через порушення цілісності інформації та можливості перехоплення. З іншого боку, висока щільність розміщення елементів системи в просторі промислового об'єкта погіршує внутрішнє електромагнітне середовище, сприяє зниженню якості каналів зв'язку і призводить до порушення цілісності інформації, що циркулює в системі. Обробка інформації окремими елементами системи всередині промислового об'єкта під час його керування призводить до появи просторового інтелекту, що робить промисловим робота об'єкта як єдиного організму. Просторовий інтелект тут стосується просторової інтеграції обчислювальних елементів в єдину систему [1]. Сучасні інтелектуальні системи зазвичай обмежуються машиною або окремим пристроєм. Розширення переваг просторового інтелекту на цілий промисловий об'єкт дає можливість остаточно побачити промисловий об'єкт у його роботизованій формі. Крім того, його цінність полягає в охопленні всього підприємства від робітників та обладнання на виробничих лініях до систем завантаження та розвантаження матеріалів та сировини. Тому основою концепції безпеки реалізації мобільних програм просторового інтелекту в системах ІоТ є необхідність розміщення бездротових датчиків мікролокації у просторі об'єктів. Це разом із відповідним програмним забезпеченням гарантує спільні зусилля людей та машин, вимагаючи при цьому збільшення швидкості та обсягу циркуляції інформації. Результатом є збільшення пропускної здатності каналу зв'язку та зниження рівня шумозахисту та безпеки. Метою роботи є підвищення безпеки, пропускної здатності, та шумостійкості розподілених багаторівневих критичних ІоТ, побудованих на основі особистих та локальних мереж з низьким споживанням енергії під дією природних та навмисних електромагнітних перешкод. Таким чином, ІоТ - це розподілена система, яка працює в режимі реального часу під впливом електромагнітних перешкод із

підвищеними вимогами безпеки та затримками передачі даних у бездротових мережах зв'язку. Технологія надширокосмугового зв'язку здатна забезпечити необхідний рівень безпеки та секретності мобільного зв'язку. По суті, це означає передачу низькопотужних кодованих імпульсів у дуже широкій смузі частот без несучої частоти. Крім того, пропускна здатність каналу зв'язку визначає не абсолютне значення ширини використовуваного діапазону частот, а співвідношення між спектром повідомлення (визначає швидкість інформації) та ширину спектра сигналу [2]. Використання технології надширокосмугового сигналу у системах зв'язку мобільних пристроїв промислового Інтернету речей дозволяє збільшити співвідношення сигнал / шум у приймачі на вході, що дає можливість знизити рівень електромагнітного випромінювання, таким чином забезпечуючи вимоги для підвищення імунітету та стійкості каналу зв'язку мобільних систем бездротового зв'язку на всіх етапах їх розробки, виробництва та експлуатації [3].

#### Список використаних джерел

1. Celimuge Wu, Zhi Liu, Di Zhang, Tsutomu Yoshinga, Yusheng Ji. Spatial Intelligence Towards Trustworthy Vehicular IoT. *IEEE Communication Magazine* 56 (10): 22-27. October 2018. [On-line]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/328323117>.
2. Serkov A., Trubchaninova K., Mezitis M. Method of wireless transmission of digital information on the basis of ultra-wide signals. *Advanced Information Systems*. 2019. Vol. 3, No. 4. PP. 33-38.
3. United States Federal Communications Commission (FCC) Decision No. FCC 02-48 of 14/02/2002 [Electronic resource]. Access mode: [https://apps.fcc.gov/edocs\\_public/attachmatch/FCC-02-48A1.pdf](https://apps.fcc.gov/edocs_public/attachmatch/FCC-02-48A1.pdf).

Горобець М. М., д.ф-м.н, професор  
(ХНУ ім. В.М. Каразіна),

Єлізаренко А. О., к.т.н., доцент (УкрДУЗТ)

УДК 656.254.16

#### ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ВИПРОМІНЮЮЧИХ КАБЕЛІВ РІЗНИХ ТИПІВ

Випромінюючі кабелі є ефективною направляючою системою для організації радіозв'язку в підземних спорудах і тунелях залізниць і метрополітенів. Останнім часом зросла увага до дослідження каналів з випромінюючими кабелями в зв'язку з організацією в тунелях метрополітенів стільникових мереж загального користування та впровадженням мереж УКХ діапазонів в тунелях залізниць [1].

Випромінюючий кабель одночасно виконує дві функції: передачі сигналів до заданого місця прийому і функції приймально-передавальної антени. З точки зору організації радіоканалів найбільш важливими є характеристики повздовжнього (погонного) згасання  $\alpha$  і втрати на зв'язок (перехідне) згасання  $A_{nep}$ .

Світова промисловість виробляє значну кількість різних типів випромінюючих кабелів, які відрізняються конструктивно-технологічними і електричними характеристиками. Останнім часом запропонована нова модифікація випромінюючих кабелів – триаксальні. Особливістю триаксального кабелю є використання в якості зовнішніх провідників двох напівкруглих алюмінієвих стрічок, розділених шаром діелектрика. Найбільш відомими виробниками є компанії EUPEN (Бельгія), та Times Microwave Systems (США) [2,3].

Повздовжнє згасання приводять як сталу величину для фіксованих значень частот. Значення перехідного згасання в кожній конкретній точці має випадковий характер в результаті формування багатопроменевої структури електромагнітного поля, внаслідок якої і виникають глибокі просторові флуктуації. Перехідне згасання нормується імовірнісною величиною на рівні 50 і 95 %. –  $A_{nep0,5}$  і  $A_{nep0,95}$ .

В таблиці 1 наведені паспортні значення параметрів повздовжнього та перехідного згасання для імовірності 50 % та 95 %. випромінюючих кабелів отримані за типовою методикою вимірювання в умовах наближених до вільного простору.

Таблиця 1

#### Характеристики випромінюючих кабелів

Параметри для частоти	RMC-7/8" EUPEN	TRC-850 nu-TRAK
Продольне згасання, дБ/км		
150 МГц	16	17
450 МГц	30	32
900 МГц	43	56
1800 МГц	92	-
Перехідне згасання, для ймовірності 50/95%		
150 МГц	82/90	74/94
450 МГц	80/88	80/96
900 МГц	70/75	80/96
1800 МГц	68/73	-

Паспортні значення параметрів випромінюючих кабелів різних марок відрізняються не суттєво, що пояснюється намаганням розробників зменшити сумарні втрати при передачі радіосигналів. При цьому повздовжнє згасання намагаються мінімізувати, а перехідне згасання дозвано збільшують для зменшення втрат при випромінюванні.

В реальних умовах прокладання випромінюючих кабелів в тунелях, їх параметри істотно залежать від

багатьох чинників: відстані до стінок тунелю і методу кріплення кабелю, конфігурації поперекового і повздовжнього профілів тунелів, наявності в робочій зоні металевих предметів та інших факторів.

Публікації, в яких в систематизованому вигляді викладались би результати експериментальних досліджень параметрів випромінюючих кабелів в реальних умовах прокладання, практично відсутні. Однією з небагатьох, є робота, в якій приведені результати дослідження статистичних характеристик випромінюючого кабелю РИ-50-17-31 (РФ) [4]. Результати отримані в реальних умовах прокладання в тунелях Харківського метрополітену при організації мереж технологічного радіозв'язку.

В реальних умовах прокладання значення погонного згасання суттєво перевищує паспортні характеристики. На частоті 150 МГц для кабелю РИ-50-17-31 експериментальне значення коефіцієнта згасання складає  $\alpha_{\text{рк}}=50$  дБ/км та перевищує паспортні характеристики на 25 дБ/км, з ростом частоти різниця значень зростає. За результатами вимірювань середнє значення  $A_{\text{пер}}$  між кабелем і вимірювальною антеною складає 51,4 дБ, тобто зменшується порівняно з паспортними даними.

Значення середньоквадратичного відхилення для кабелю РИ-50-17-31 за результатами досліджень в роботі [4], складає 5,96 дБ а для кабелю RMS 7/8'' фірми EUPEN розрахункове значення середньоквадратичного відхилення складає 6,2 дБ на цій же частоті, що свідчить про схожість структури випромінюваних полів в обох випадках. При використанні триаксіального кабелю розрахункове значення  $\sigma=9,7$  дБ, що свідчить про значно більшу глибину флуктуацій, що можна пояснити особливістю структури випромінюваного поля в цьому випадку.

Проведений аналіз свідчить, що для розробки обґрунтованої методики розрахунку каналів рухомого радіозв'язку з випромінюючими кабелями необхідні додаткові дослідження параметрів, насамперед, в реальних умовах прокладання кабелів в тунелях.

#### Список використаних джерел

1. Єлізаренко А.О. Впровадження дводіапазонних мереж технологічного радіозв'язку в тунелях залізниць [Текст] / Єлізаренко А.О. // Інформаційні керуючі системи на залізничному транспорті. – 2014, №4. – С.42-47.
2. Radiating Cables. [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу <http://www.eupen.com>.
3. Компанія Times Microwave Systems <http://www.timesmicrowave.com>
4. Єлізаренко А.О. Дослідження статистичних характеристик каналу з випромінюючим кабелем в тунелі метрополітену [Текст] / А.О. Єлізаренко // Збірник наукових праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2006. – вип.78. – С. 157-165.

Сотник В. О., к.т.н., доцент (УкрДУЗТ)

### ОБґРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО МЕТОДУ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПРИСТРОЇВ СЦБ ТА ЗВ'ЯЗКУ

Проведений аналіз як кадрового стану дистанції сигналізації та зв'язку, так і існуючих технологій обслуговування, надав можливість встановити протиріччя: що зі значними скороченнями обслуговуючого персоналу неможливо існуючими технологіями обслуговування забезпечити безпеку руху поїздів на встановленому рівні.

В залежності від умов, в яких знаходяться істанції сигналізації та зв'язку, їхньої технічної оснащеності, розташування приладів на перегонах і станціях, а також віддаленості від розташування дистанції, необхідно визначити і відповідний метод обслуговування пристроїв СЦБ та зв'язку.

В останні роки на залізницях України активно проводиться не тільки модернізація пристроїв автоматики, телемеханіки та зв'язку, а й впроваджуються мікропроцесорні системи керування. Експлуатація та технічне обслуговування цих засобів вимагає вже іншого, комплексного підходу.

Отже, напрямок дослідження вибору оптимального методу обслуговування є актуальним.

Впровадження нових, більш раціональних методів технічного обслуговування пристроїв, є однією із умов підвищення продуктивності праці, професійного рівня працівників, а також якості обслуговування.

У відповідності до рівня технічної оснащеності дистанцій та фактичної наявності контингенту основних професій пропонується методика визначення оптимального методу обслуговування пристроїв СЦБ та зв'язку.

Встановлено, що даний метод обслуговування в конкретних об'єктивних умовах буде найбільш економічно доцільним і повинен максимально забезпечити умови дотримання встановленого рівня безпеки руху поїздів.

#### Список використаних джерел

1. Інструкція з забезпечення безпеки руху поїздів при виконанні робіт з технічного обслуговування та ремонту пристроїв сигналізації, централізації та блокування в АТ. -Укрзалізниця. –Київ.
2. Інструкція з технічного обслуговування пристроїв СЦБ:ЦШ-0060. -Київ, 2009.
3. Методика оцінки якості технічного обслуговування засобів зв'язку. О. О. Лаврут, В. М. Васюк. (Полтавський військовий інститут зв'язку). Системи обробки інформації, 2005, випуск 4 (44).

4. Використання удосконаленого показника технічного обслуговування для обґрунтованого вибору оптимальних ремонтних підприємств. О.С. Якушенко, П.О. Власенко. (Національний авіаційний університет, Київ.). Авіаційно-космічна техніка і технологія, 2004, № 9 (116).
5. Підхід до оцінювання ефективності системи технічного обслуговування пристроїв залізничної автоматики. А.А.Лапко. Збірник наукових праць УкрДУЗТ, 2015, вип. 157.
6. В.И.Мухин. Исследование систем управления. Анализ и синтез систем управления. Учебник. – М.: Экзамен, 2003.
7. В. В. Сапожников. Техническая эксплуатация устройств и систем железнодорожной автоматики и телемеханики. Учебное пособие для студентов вузов железнодорожного транспорта. Издательство «Маршрут», 2003.

*Прохоров В. М., к.т.н., доцент,  
Соседський А. О., магістрант (УкрДУЗТ)*

УДК 656.2

### **ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТІ ЗАЛІЗНИЧНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ**

Необхідність зробити залізничний транспорт більш сумісним зростає. Якщо в країнах Євросоюзу це питання поступово вирішується, то у сполученні між Східною Європою та країнами СНД стан даної проблеми залишається практично без змін. Щоб збільшити частку залізничного транспорту на міжнародному ринку перевезень необхідно, щоб залізниці стали більш конкурентоспроможними. Сьогодні концепція взаємодії (включаючи його різні аспекти, а не тільки сигналізацію і ERTMS і його проекти) знаходиться в центрі будь-якого плану або проекту по розробці залізничної системи. Перетворення прагнення до взаємодії в реальність, з точки зору транспортного устаткування, інфраструктури і операційних систем, стає все більш пріоритетним для будь-якої залізниці.

Основне обмеження для деяких видів транспорту, а саме таких, як залізничний, це відсутність можливості для перевезення вантажів від «дверей до дверей». Відсутність узгоджених систем і мереж призводить до втрати часу і до зниження конкурентоспроможності. У цьому контексті Біла Книга європейської транспортної політики розглядає інтероперабельність як важливий елемент для поживлення залізничного транспорту і, таким чином, для вирівнювання балансу між видами транспорту. І якщо в Європі кінцева мета полягає в тому, щоб розвантажити дороги в ЄС і створити

європейську залізничну зону, сумісну на юридичному і технічному рівні, то в Україні задача є набагато складнішою. Основною проблемою є несумісність колійної інфраструктури, що пов'язана з різною шириною колії. Фактично інтероперабельність – це забезпечення можливості організації безперешкодного курсування залізничних составів на полігоні, який охоплює територію різних залізничних систем. В умовах України для забезпечення даної можливості ключовим моментом є побудова колії стандарту однієї залізничної системи, яка заходить на територію іншої залізничної системи. Колії широкої колії, що заходять на територію країн Євросоюзу існують, однак вони лише частково вирішують проблему. В сучасних умовах стрімко зростають вимоги до якості транспортного обслуговування, тому для збереження конкурентоспроможності необхідно впроваджувати нові рішення. Побудова залізничного шляху європейської ширини колії, який не лише буде заходити до прикордонної станції, а пройде територією України та напряму сполучатиме європейські промислові райони з чорноморськими портами – це основа для створення сучасної транспортної технології взаємодії залізничних систем, що повністю реалізуватиме принципи інтероперабельності. Використання сучасних технічних рішень, що надають можливість здійснення вантажних операцій з контейнерами безпосередньо на коліях станції, таких як MetroCargo© [1], надасть можливість створення принципово нової технології організації контейнерних поїздів.

#### **Список використаних джерел**

1. Di Febbraro, A., Porta, G., Sacco, N. A Petri Net Modelling Approach of Intermodal Terminals Based on Metrocargo System. Proc. Intelligent Transportation Systems Conf. 2006. pp. 1442–1447.

*Прохоров В. М., к.т.н., доцент,  
Веревкіна К. А., магістрант (УкрДУЗТ)*

УДК 656.2

### **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОТРИМАННЯ ТЕРМІНУ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ ЗА РАХУНОК УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНИХ СТАНЦІЙ**

Ринок ЄС є найбільш потужним ринком, з яким межує Україна. Його ємність оцінюється в 500 млн. споживачів. Тому, починаючи з 1998 року, коли набула чинності «Угода про партнерство та співробітництво» в Україні практично почалися євроінтеграційні процеси. Як свідчить офіційна статистика, в даний час

Європейський союз є основним зовнішньоекономічним партнером України. На нього припадає 44,3 % щорічного експорту продукції в Україну на суму більше 25 млрд. доларів США. Однією з основних завдань, що стоять перед Україною на найближчий період, є виведення на новий рівень економічної взаємодії з ЄС шляхом реалізації можливостей, закладених в Угоді про вільну торгівлю між Україною і ЄС. При цьому одним з визначальних чинників є узгоджена транспортна політика і всебічне рівноправне співробітництво всіх видів транспорту обох сторін. Однак вже на перших етапах побудови єдиного транспортного простору (ЄТП) Україні доводиться стикатися з цілою низкою невирішених питань, основні з яких стосуються рівноцінного доступу для транспортної інфраструктури і відсутності єдиних правил для українських і європейських перевізників. Україна є експортоорієнтованою країною, а тому значні обсяги вантажопотоків рухаються в бік європейських країн. Значна частина цих вантажів перевозиться із застосуванням залізничного транспорту. Експортні і транзитні вантажі транспортуються переважно з південно-східних регіонів країни в яких розташовані крупні промислові та аграрні комплекси та міжнародні морські порти. Таким чином, вагонопотоки, долаючи значні відстані з південного сходу на захід, проходять на своєму шляху щонайменше 4–5 переробок на сортувальних станціях, витрачаючи декілька діб. Однак в сучасних умовах нестачі тягових ресурсів цей час може збільшуватися в рази. Значні затримки також можуть виникати на прикордонних станціях при оформленні документів для перетину кордонів. За таких умов існує проблема недотримання терміну доставки вантажів у міжнародному сполученні. Для її вирішення запропоновано модель визначенні пріоритетності обробки та відправлення вагонів на сортувальних станціях яка використовує сучасний математичний апарат нечіткої логіки [1].

#### Список використаних джерел

1. Belohlavek, R., Klir, G., Lewis, H., Way, E. On the capability of fuzzy set theory to represent concepts. *International Journal of General Systems*. 2002. 31. 569–585.

*Саяпіна І. О., к.т.н., доцент  
(Державний університет інфраструктури та технологій, м. Київ)*

УДК 656.259.1

### РІШЕННЯ З ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ РЕЙКОВИХ КІЛ

У зв'язку з впливом електромагнітних завад на рейкові кола, актуальним є питання дослідження та

пошуку засобів підвищення завадостійкості рейкових кіл. Запропоноване інженерне рішення, що дозволяє зменшити вплив завад на вхід колійного приймача в інтервалах між імпульсами струму сигналу. Його перевагою є простота реалізації на основі існуючої апаратури рейкових кіл, що значно зменшує необхідні витрати на модернізацію. Запропоноване рішення базується на підключенні до наявного обладнання пристрою затримки сигналу, регульованого генератора імпульсу та керуваного електронного перемикача. Пристрій затримки сигналу може бути реалізований з використанням нейронних мереж, що дозволить підвищити точність налаштування захисного інтервалу, під час якого завади не надходять на вхід колійного приймача, в залежності від параметрів роботи рейкового кола. Для аналізу ефективності запропонованого рішення було проведено імітаційне моделювання роботи рейкового кола в умовах дії завад від тягового струму, імпульсних і флукуаційних завад з відомими параметрами. Отримано відношення сигнал/завада (SNR) на вході колійного приймача при звичайній роботі рейкового кола та при використанні запропонованого методу підвищення завадостійкості. У результаті їх порівняння отримано значення у відсотках (% підвищення SNR), що відображає ступінь зменшення завад на вході колійного приймача рейкового кола. За результатами проведеного аналізу цей ступінь становить від 8% до 30% у залежності від рівня корисного сигналу та параметрів завад.

#### Список використаних джерел

1. Saiapina I., Babaiev M. & Ananieva O. Reducing noise influence on an audio frequency track circuit // *MATEC Web of Conferences - Les Ulis: EDP Science*, 2019. V.294. P.1-6. DOI: [10.1051/matecconf/201929403015](https://doi.org/10.1051/matecconf/201929403015)

*Ланко А. О., к.т.н., доцент (УкрДУЗТ)*

### ШЛЯХИ РОЗВИТКУ ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ

Організація технічного обслуговування (ТО) залізничної автоматики (ЗА), на даний час, базується на необхідності підтримки справності класичних релейних систем. Однак моральне, та особливо фізичне старіння класичних систем неминуче призведе до зміни поколінь та генерацій систем ЗА. “Відкат” за поколіннями теоретично можливий для ділянок залізниць з фактичною відсутністю руху поїздів, але практично неможливий технічно за елементною базою й вимогами забезпечення руху поїздів та експлуатаційної надійності систем ЗА. Отже впровадження нових поколінь систем ЗА є об'єктивним майбутнім.

Природньо, що за зміною поколінь систем ЗА мають бути змінені і вимоги й організація їх експлуатації та ТО. Основними вихідними даними до таких змін є перспективні системотехніка та надійна й безпечна елементна база, нових за поколінням систем ЗА. До названих критерії необхідно обов'язково додати вартісні показники системи ТО. В свою чергу мають бути враховані:

- системні рівні ЗА;
- ступень інформатизації рівнів;
- глибина модульності компонування рівнів систем ЗА з урахуванням ремонтпридатності та резервування як апаратних так і програмних засобів;
- цифровий обіг технічних документів та відповідний супровід;
- необхідність віддаленого моніторингу та діагностування.

Слід також враховувати й проблеми у кадровому забезпеченні підрозділів з організації та реалізації ТО шляхом впровадження HR-технологій.

Відповідно до системних рівнів перспективних поколінь ЗА має формуватися і система їх ТО шляхом динамічного організаційно-технологічного проектування. Математичним ядром названого проектування має стати модель регенерації рівнів систем ЗА та їх модулів за критеріями надійності, убезпечення та вартості. При зворотному використанні моделі регенерації рівнів систем ЗА можливе формування вимог до самих систем ЗА та стандартів ТО.

*Примаченко Г. О., к. т. н., доцент,*

*Тарасов К. О., аспірант,*

*Григорова Є. І., аспірантка (УкрДУЗТ)*

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ЛОГІСТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ПАСАЖИРІВ**

Особливе місце в економіці кожної країни займає транспортна галузь, у якій, в свою чергу, велику частку займають пасажирські перевезення. Проте через фізичну і моральну застарілість рухомого складу, недостатній моніторинг перевезень пасажирів, відсутність максимально ефективного управління процесами перевезень, якість пасажирських перевезень в Україні є недостатньою. Не є винятком і залізничний транспорт України, зношеність якого досягає критичного рівня, зокрема, локомотивного парку. Останнє оновлення відбулося у 2019 році, тепловозами компанії General Electric, проте після поставки 30 локомотивів, оновлення рухомого складу припинилося через нестачу коштів. Таким чином, перед залізничним транспортом виникає завдання, щодо оптимізації використання локомотивів.

Багато наукових праць було присвячено впровадженню приватної тяги на загальній мережі залізниць України. Проте в більшості з них було розглянуто дане впровадження лише для вантажного руху. Якщо подивитися динаміку вантажних перевезень, за останні декілька років, то можна побачити їх поступове збільшення, відповідно до чого, буде збільшуватися кількість потрібних вантажних локомотивів, тому, одним із шляхів вирішення поставленого завдання є впровадження приватних локомотивів для пасажирського руху [1].

З цією метою постає необхідність проведення техніко-економічного аналізу тенденцій розвитку приватної пасажирської локомотивної тяги. Найбільш перспективними ділянками для даного аналізу є Харків – Огульці – Полтава Київська, Харків – Огульці – Полтава-Південна – Кременчук – Знам'янка та Харків – Гракове – Куп'янськ Вузловий, оскільки саме на цих дільницях, в основному, для керування пасажирськими поїздами використовуються вантажні локомотиви (ВЛ82м та ВЛ80). Для даного аналізу варто взяти новий двохсистемний приватний локомотив, оскільки станції стикування (Огульці та Гракове) мають таке технічне забезпечення, при якому неможливо змінити рід струму на окремій колії, а для маневрів, при зміні локомотива, варто залучати ще додатковий тепловоз.

### **Список використаних джерел**

1. Укрзалізниця уклала перший договір за експериментальним проектом впровадження приватної тяги [Електронний ресурс]. – URL: [https://www.uz.gov.ua/press\\_center/up\\_to\\_date\\_topi/c/530720/](https://www.uz.gov.ua/press_center/up_to_date_topi/c/530720/). – Дата звернення: 23.09.2021.

*Бутенко В. М., к.т.н., доцент (УкрДУЗТ)*

УДК 656.2 : 006

## **НОРМУВАННЯ ПЕРЕХІДНОГО ОПОРУ РЕЛЕЙНИХ КОНТАКТІВ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ**

**Вступ.** Одним з ключових елементів системи залізничної автоматики є реле. Оскільки частина реле використовується в системах залізничної автоматики для перевірки умов безпечності маршрутів до них висуваються ряд вимог як до пристроїв першого класу надійності так і до їх зображення в конструкторській документації [1].

**Результати досліджень.** До електромагнітних реле висувалися ряд вимог від яких суттєво залежала безпека залізничного транспорту. Розробляючи електронні компоненти зазначених реле майже не доцільно виконувати зазначені вимоги до електромагнітних реле. Так до перехідного опору



контактів реле першого класу надійності висуваються наступні вимоги:

– перехідний опір контактів загальний-тиловий (серебро – серебро), без опору штепсельної розетки, не більше, Ом – 0,03;

– перехідний опір контактів загальний-фронтний (серебро – вугілля), без опору штепсельної розетки, не більше, Ом – 0,25;

– перехідний опір контактів загальний-тиловий (серебро – серебро), з контактами штепсельної розетки, не більше, Ом – 0,08;

– перехідний опір контактів загальний-фронтний (серебро – вугілля), з контактами штепсельної розетки, не більше, Ом – 0,3.

Зазначені вимоги мають витримуватися при дуже широких діапазонах температур навколишнього середовища – понад 200 °С та відносній вологості повітря 90%.

**Висновки.** Дослідженням, у формі аналізу літературних джерел, встановлено необхідність суттєвих інвестицій у перегляд норм експлуатації спеціалізованих пристроїв залізничної автоматики з одночасним залученням фахівців у галузі матеріалознавства. Додатково слід внести зміни у нормативи визначення зазначених норм. За результатами досліджень необхідний перегляд нормативної документації на електронні аналоги контактів реле з зазначеними елементами у своїх конструкціях.

#### Список використаних джерел

1. GOST 2.749-84 Unified system of design documentation. Graphic identifications schemes Elements and means of railway signaling, centralization and blocking // СТ SEV 5680-86 – М.: Standarts – 2001 – 28 p.

*А. С. Бабарькина, О. В. Демьянчук*  
(Белорусский государственный университет  
транспорта, г. Гомель, Республика Беларусь)

УДК 629.4-592

### ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ТЕХНИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ СОРТИРОВОЧНЫХ УСТРОЙСТВ

Важнейшим элементом сортировочной станции является сортировочная горка. Разработка оптимальных схем размещения технических устройств, плана и профиля сортировочных комплексов, совершенствование вертикальной планировки станционных комплексов, технико-экономическое обоснование принимаемых решений позволяют создать предпосылки для повышения безопасности и

эффективности сортировочного процесса [1].

Исследования по обоснованию инвестиций в техническое оснащение тормозных позиций сортировочных устройств и их эффективности проводились для следующих условий: проектируется сортировочная горка средней мощности с тремя тормозными позициями, оснащенными вагонными замедлителями (на первой интервальной позиции – два замедлителя, на второй пучковой позиции – по три в каждом пучке, на парковой – по одному замедлителю на каждом пути), и наличием в сортировочном парке 24 путей, объединенных в четыре пучка. При выполнении расчетов осуществлялось сравнение технического оснащения проектируемой сортировочной горки по двум вариантам в зависимости от суммарной мощности тормозных средств, рассчитанной при:

максимально допустимой скорости входа на замедлитель по его конструкции, равной 8 м/с (общепринятый подход), но которая не всегда может быть реализована по проектным параметрам;

практически достижимой скорости входа на замедлитель  $V_{ex(max)}$ , определяемой на основании зависимости скорости движения ОХБ на спускной части горки от уровня энергетической высоты, определяемой проектной высотой горки  $H_p$ , установленной по результатам ранее выполненных исследований в БелГУТе (предлагаемый подход):

$$V_{ex(max)} = \sqrt{-8,76048 + 42,9322 \ln H_p} . \quad (1)$$

Результаты расчетов показали, что в первом варианте требуется укладка на второй тормозной позиции трех замедлителей типа ЗВУ-02, во втором – двух. При этом наличной мощности тормозных средств при укладке двух замедлителей на второй тормозной позиции достаточно для остановки ОХБ при благоприятных условиях роспуска на второй тормозной позиции спускной части горки согласно требованиям норм проектирования [2].

Обоснование сокращения потребного количества вагонных замедлителей на второй тормозной позиции горки позволяет получить значимый экономический эффект, определяемый на основе расчета приведенной экономии годовых затрат, и повысить экономическую эффективность проекта.

Предлагаемое проектное решение по второму варианту расчета позволит сократить:

капитальные вложения на оснащение сортировочной горки средствами механизации (количество замедлителей на второй тормозной позиции спускной части сортировочной горки для рассматриваемого варианта сократится на 4 единицы);

годовые эксплуатационные расходы, включающие:  
– амортизационные отчисления;

– расходи на матеріали, запасні частини для ремонту замедлителів;

– расходи на виробництво стисненого повітря для роботи замедлителів.

При розрахунку експлуатаційних витрат на виробництво стисненого повітря враховувалась потреба в стисненому повітря для роботи самих замедлителів, на місцеві потреби, а також підключення до компресорної установки пристроїв очищення горючих стрілочних переводів і можливу утечку повітря. На основі розрахованої потреби продуктивності компресорної станції, складової 14,24 м<sup>3</sup>/мін, прийнята компресорна установка продуктивністю 16,12 м<sup>3</sup>/мін і номінальною потужністю двигача 90 кВт.

По результатам розрахунків економія капітальних витрат на обладнання сортировочної горки засобами механізації з урахуванням вартості 1 м.зн. в. орієнтовно 100 тис. у.е. складе, можлива економія експлуатаційних витрат – 60,89 тис. у.е. в рік.

Таким чином, раціональне розміщення на другій гальмівній позиції двох вагонних замедлителів ЗВУ-02 дозволить забезпечити можливу економію річних витрат 112,89 тис. у.е.

Отримані результати свідчать про доцільність застосування адаптивного підходу до проектування сортировочних пристроїв на основі використання в розрахунках практично досяжної швидкості руху «хорошого» бегуна (формула (1)) для обґрунтування укладання на гальмівних позиціях раціонального кількості замедлителів з урахуванням основних конструктивних параметрів сортировочної горки.

### Список літератури

1. Проектирование сортировочных станций с автоматизированными горючими комплексами: учеб.-метод. пособие для курсового и дипломного проектирования по дисциплине «Железнодорожные станции и узлы»/В.Я. Негрей; М-во трансп. и коммуникаций РБ, БелГУТ – Гомель, 2015. – 235 с.
2. Правила и нормы проектирования сортировочных устройств на железных дорогах колеи 1520 мм. – М.: Техноинформ, 2003. – 169 с.

*Харін Р. О. (УкрДУЗТ)*

УДК 620.92

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Одним з основних та перспективних для нашої країни шляхів розвитку альтернативної енергетики є генерація електричної енергії з використанням сонячних панелей. Найбільш сприятливими

кліматичними умовами для розміщення сонячних електростанцій (СЕС) в Україні є південний регіон, але північний регіон країни має значний потенціал для сонячної енергетики.

Фактори, що впливають на величину генерації електроенергії:

- поверхня сонячної панелі перпендикулярна сонячним променям, кут нахилу до горизонту є одним з визначальних параметрів налагодження (СЕС);

- азимут – кут між напрямком на Сонце і напрямком на південь.

Одним з найважливіших питань, котрі стоять при виборі сонячних панелей є різноманітність типів та технічних характеристик панелей (монокристалічні чи полікристалічні панелі), адже від типу сонячної панелі залежить, як сонячна електростанція генеруватиме електроенергію за різних погодних умов, яку площу займатиме та скільки в сумі коштуватиме. В будь-якому випадку, сонячні батареї моно або полікристалічні у сонячній електростанції забезпечать споживачеві певну автономність у електроживленні та дозволять отримати високий рівень прибутку за умовами продажу електроенергії по «зеленому тарифу».

Ефективність роботи сонячної електростанції залежить від багатьох факторів основним з них є орієнтація сонячної панелі щодо сонця. Панель, яка зафіксована в напрямку рівно по середині між точками заходу і сходу втрачає до 75% від максимально можливої вироблення в ранковий і вечірній час. В результаті якщо кут падіння променів на батарею буде малий, то і кількість виробленої енергії різко зменшується. Важливо також враховувати географічні координати розташування сонячної станції, оскільки для півночі України оптимальний кут розташування буде відмінним від південних та східних регіонів. Досягти таких параметрів можна за допомогою трекера, який за допомогою інформації зі спеціальних датчиків визначить оптимальне положення для сонячної батареї та здійснить поворот платформи з необхідну сторону та під належним кутом.

Трекери для сонячних панелей бувають декількох видів, керуються різними алгоритмами при виборі напрямку, мають різні приводні механізми.

Виділяють два основних типи динамічних систем стеження — одновісні і двовісні.

– одновісні – протягом дня трекер автоматично може змінювати кут в горизонтальній площині. Сонячна станція рухається по траєкторії «Схід-Захід» і може збільшувати свою продуктивність на 15-20% у порівнянні зі статичною системою,

– двовісні – трекер рухається і в горизонтальній, і у вертикальній площині, тобто повертається за сонцем для максимальної енергоефективності. На відміну від статичної системи, протягом року може збільшити продуктивність на 35-50%.

**Список використаних джерел**

1. «Зелений» тариф для промислових сонячних електростанцій. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://eco-tech.com.ua/p294138995-oformlenie-zelenyj-tarif.html>
2. Нараєвський С. В. Порівняльний аналіз ефективності роботи сонячної та вітрової енергетики на світовому ринку / С. В. Нараєвський // Економіка та держава. - 2019. - № 5. - С. 33-38. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecde\\_2019\\_5\\_9](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecde_2019_5_9).

*Nerubatskyi V. P., Kharkiv, UkrSURT*  
*Hordiienko D. A., Kharkiv, UkrSURT*

UDC 621.314

### DETERMINATION OF ADDITIONAL THERMAL LOSSES FROM HIGHER HARMONICS IN AC MOTORS WINDINGS

Improving energy efficiency is a priority for the development of asynchronous and synchronous electric drives. To achieve maximum energy efficiency, a clear numerical understanding of the components of power

losses and methods for their elimination is required. In particular, it is necessary to understand the contribution to power losses from higher current harmonics by the amount of total losses. This is due to the fact that the power and regulation of most induction motors is by means of frequency converters based on IGBT or MOSFET-transistors (Fig. 1) [1].

The peculiarity of the frequency converter is that the sinusoidality of the output current of the frequency converter depends on the switching frequency of the power transistors. There is a dilemma, the higher the switching frequency of the transistors, the higher the sinusoidal current of the induction motor and, accordingly, the lower the power loss in the induction motor from higher harmonics [2].

The increase in the number of general industrial switching consumers of electricity significantly affects the distortion of the form of voltage in the power supply network. Thus, even under the condition of direct power supply of the induction motor from a three-phase general industrial network higher harmonics will take place. All this determines the urgency of the problem of determining additional power losses in the windings of AC motors from higher harmonics [3].

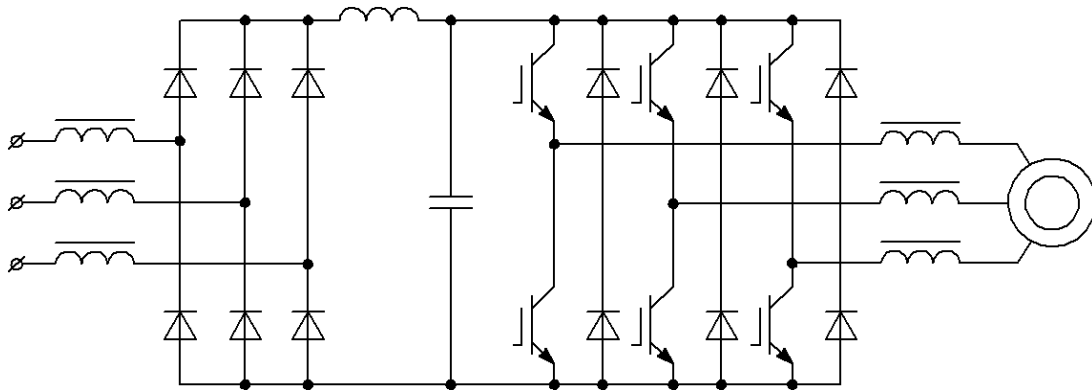


Fig. 1. Power circuit of a frequency converter with an induction motor

Considerable attention has been paid to the negative influence of higher harmonics and inactive components of load currents. However, it should be noted that the results of calculations of additional losses in the active resistance of electrical networks from higher current harmonics in a number of publications differ significantly.

Additional losses of active power in three-phase load, due to the flow of currents of higher harmonics, are determined by the action of the skin effect and can be defined as the sum of losses from each harmonic.

The skin effect makes the active resistance of the network frequency-dependent and the resistance of the network increases with increasing frequency, which causes an increase in power losses in the power supply system.

From the above characteristics it is seen that at the same frequency of the higher harmonic, the larger the radius of the conductor, the greater the power loss. Thus, taking into account power losses from higher harmonics under the action of the skin effect is especially important for single-core power supply systems with large wire radii, for example, for single-core contact wires of the railway power supply system. At the same time, the use of a multicore cable eliminates the negative impact of the skin effect on the losses in the conductors of the power supply system from higher harmonics of currents in a fairly wide range of frequencies. However, even in the absence of the effect of the skin effect, higher harmonics cause an increase in additional power losses in the network

conductors due to an increase in the RMS current.

A method for determining additional heat losses from higher harmonics in the windings of electric motors of alternating current, which are uniquely determined based on the resulting value of the coefficient of harmonic distortion of the motor current. This method can be used in the case when the effect of the skin effect on the resistance of the windings of motors with a limited range of higher harmonics of the current is insignificant. In this case, the additional losses in the windings from the higher harmonics can be calculated based on the value of the root mean square value of the current, and, consequently, the increase in losses in the square depending on the value of the RMS value of the current.

These ratios allow to determine the additional losses in the power supply system from the value of the harmonic distortion coefficient (THD) of the load current. Distortion of mains current with a harmonic distortion coefficient of 50 % causes an increase in power losses in the electrical network by approximately 25 %. In the case when the spectrum of higher harmonics is limited and the increase in the active resistance of the network in this frequency range increases insignificantly, the effect of the skin effect can be neglected. In this case, the influence of higher harmonics of the load current on the power loss in the resistance of the windings can be determined based on the root mean square value of the load current.

The dependence of additional power losses in the active resistance of windings on higher harmonics as a function of the coefficient of harmonic distortions of the load current is established. It is shown that in the range of THD values of the input current from 0 % to 30 %, the additional losses in the electrical network will increase from 10 % to 48 % relative to the electrical resistance of the DC conductor.

### References

1. Singh B., Chandra A. A review of three-phase improved power quality AC-DC converters. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*. 2004. Vol. 51, Issue 3. P. 641–660. DOI: 10.1109/TIE.2004.825341.
2. 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.
3. Nerubatskyi V., Plakhtii O., Hordiienko D., Mykhalkiv S., Ravlyuk V. A method for calculating the parameters of the sine filter of the frequency converter, taking into account the criterion of starting current limitation and pulse-width modulation frequency. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. Vol. 1, No. 8 (109). P. 6–16. DOI: 10.15587/1729-4061.2021.225327.

*Nerubatskyi V. P., Kharkiv, UkrSURT*

*Hordiienko D. A., Kharkiv, UkrSURT*

UDC 621.314

### DETERMINATION OF POWER LOSSES IN SEMICONDUCTOR CONVERTERS BY COMPUTER SIMULATION

Power losses and efficiency are one of the most important indicators in semiconductor power converters [1]. "Manual" calculation of power losses in semiconductor converters with different types of modulation is a rather difficult task and requires the search for a new technique.

Programs for automatic calculation of power losses in power IGBT-transistors, such as MelcoSim, Semisel, Iposim, etc. are quite common [2]. These programs are a very convenient tool, but they allow you to perform automatic calculation of power losses only for "standard" topologies (up and down DC converter, three-phase stand-alone voltage inverter) with "standard" control algorithms (pulse-width modulation) (PWM) with DC fill factor, sinusoidal PWM, spatial-vector PWM) [3]. The disadvantages of existing programs are the inability to model "non-standard" topologies, such as power active filters, active rectifiers with power factor correction, multilevel converters and many other topologies, or standard topologies with non-standard control algorithms.

Matlab / Simulink is one of the most popular programs for the study of semiconductor converters, which allows you to simulate almost any converter topology with any control system. However, the disadvantage of this program is the lack of consideration of dynamic power losses in IGBT transistors. In addition, the volt-ampere characteristic of IGBT-transistors is presented as a linear function (Fig. 1).

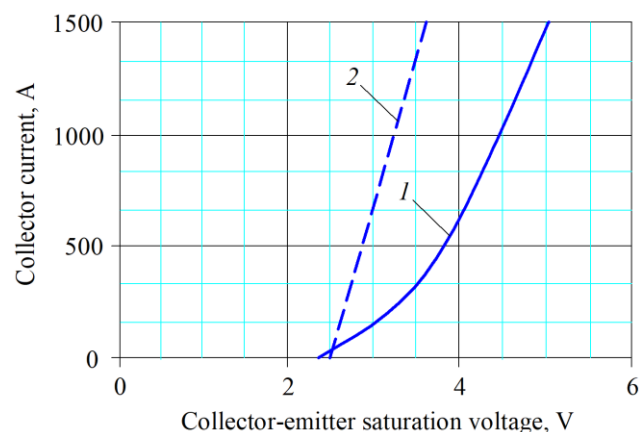


Fig. 1. Volt-ampere characteristic:  
1 – real transistor; 2 – transistor in the Matlab/Simulink program

In programs of the scheme of technical modeling of SPICE type, such as Multisim, LT-spice, TINA, MicroCap, modeling of volt-ampere processes is more exact. Transistor models in SPICE simulation take into account the on and off time of transistors and take into account the dynamic losses in transistors. However, the above programs allow you to simulate only low-power transistors, as models of high-voltage power IGBT-transistors in these programs simply do not exist. When determining the power loss of IGBT-transistors, the following dependences are basic:

- the dependence of the voltage between the collector and the emitter on the collector current (volt-ampere characteristic (VAC) of the transistor);
- VAC of the reverse diode;
- the dependence of the power of the transistor, the power of the transistor, as well as the recovery energy of the reverse diode from the current of the emitter of the transistor.

The process of current and voltage switching in the IGBT-transistor and the graphical distribution of static and dynamic losses is shown in Fig. 2.

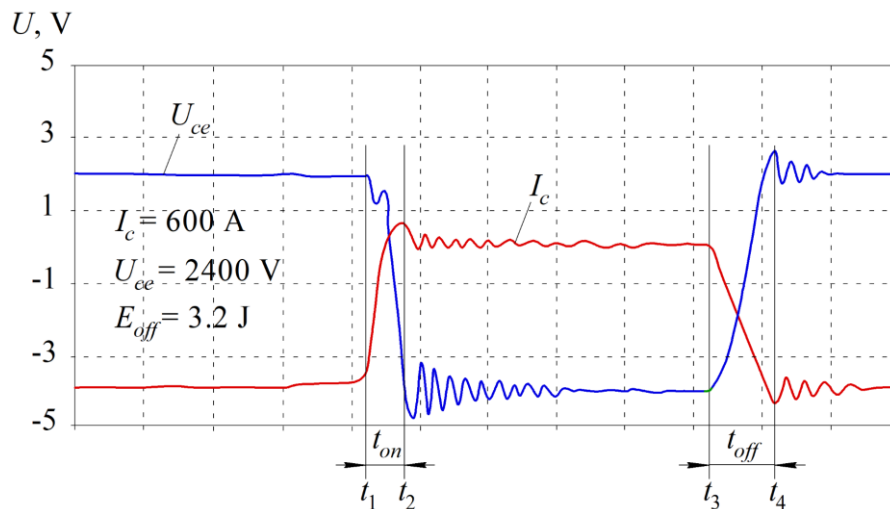


Fig. 2. The process of switching current and voltage in the IGBT-transistor

It should be noted that the energy characteristics of the transistor at a temperature of 25 °C and 125 °C are quite different and with increasing temperature, the losses in the transistor increase.

### References

1. Bouzida A., Abdelli R., Ouadah M. Calculation of IGBT power losses and junction temperature in inverter drive. *2016 8th International Conference on Modelling, Identification and Control (ICMIC)*. 2016. P. 768–773. DOI: 10.1109/ICMIC.2016.7804216.
2. Plakhtii O., Nerubatskyi V., Ryshchenko I., Zinchenko O., Tykhonravov S., Hordiienko D. Determining additional power losses in the electricity supply systems due to current's higher harmonics. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 1, No. 8 (97). P. 6–13. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.155672.
3. Plakhtii O., Nerubatskyi V., Hordiienko D., Khoruzhevskiy H. Calculation of static and dynamic losses in power IGBT-transistors by polynomial approximation of basic energy characteristics. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho*

*Universytetu*. 2020. No. 2 (176). P. 82–88.  
DOI: 10.33271/nvngu/2020-2/082.

*Рябов Є. С., к.т.н, ст.наук.співроб. (НТУ «ХП»)*  
*Овер'янова Л. В., к.т.н, доцент (НТУ «ХП»)*  
*Сапронова С. Ю., д.т.н, професор (ДУІТ)*  
*Гулак С. О., к.т.н. (ДУІТ)*

УДК 629.423

### ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ У СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ТЯГИ

Для систем електричної тяги можна виділити такі ключові тенденції у енергоресурсозбереженні: використання на рухомому складі сучасного тягового електроприводу, застосування комбінованих енергетичних установок, удосконалення систем тягового електропостачання шляхом застосування накопичувачів енергії. Важливим також є забезпечення оптимального управління енергетичними потоками як між тяговим електроприводом та силовою установкою на рухомому складі, так і між рухомих складом і системою тягового електропостачання в цілому.

При виробництві рухомого складу загальноживаною практикою є застосування асинхронного тягового електроприводу. Покращення його тягово-енергетичних показників може бути досягнуто як за рахунок удосконалення конструкції та застосування нових матеріалів (зокрема, у напівпровідникових перетворювачах), так і шляхом впровадження енергоефективних алгоритмів керування.

Альтернативою є застосування електроприводів на

основі синхронних електродвигунів із постійними магнітами. Для прикладу на рис. 1 подано залежність коефіцієнту корисної дії від швидкості електродвигунів електропоїзду Regina при різному навантаженні для асинхронного електродвигуна (ASM) та синхронного з постійними магнітами (PM) [1]. Як бачимо, коефіцієнт корисної дії синхронного електродвигуна з постійними магнітами вищий у всіх режимах. Також проводяться дослідження безредукторного тягового електроприводу.

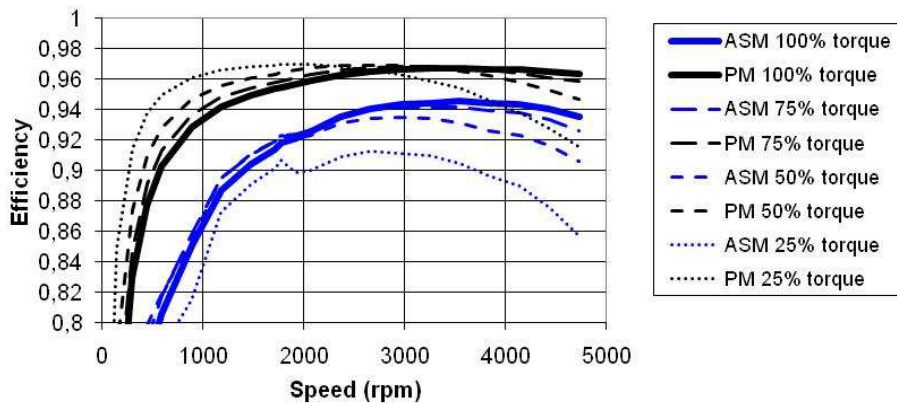


Рис. 1. Залежність коефіцієнту корисної дії

Іншим напрямом удосконалення тягових електроприводів електрорухомого складу є застосування накопичувачів енергії. При цьому застосування бортових накопичувачів дозволяє використовувати рухомий склад на неелектрифікованих ділянках. Саме у такий спосіб у Німеччині планується замінити дизель-поїзди на електропоїзди із комбінованим живленням [2]: при русі по електрифікованій ділянці електропоїзд живиться від контактної мережі, а при русі ділянкою, де немає контактної мережі, живлення здійснюється від тягових акумуляторних батарей. При цьому зарядка акумуляторів здійснюється від мережі та при рекуперативному гальмуванні. Додатково застосування накопичувачів енергії на електрорухомому складі дає можливість оптимізувати енергоспоживання від контактної мережі.

До складу силової енергетичної установки мультисистемного рухомого складу можуть входити паливні коміркі або теплові двигуни. Робота останніх має бути оптимізована з урахуванням бортового накопичувача енергії.

Зважаючи на значну частку електрифікованих ділянок залізниць, доцільним є застосування накопичувачів енергії у системах тягового електропостачання. Як приклад, можна навести дослідну експлуатацію накопичувачів енергії у системах тягового електропостачання міського електротранспорту – метрополітенах та трамвайних

лініях [3]. Відома дослідна експлуатація накопичувачів енергії у системі тягового електропостачання метрополітенів м. Гамбург (Німеччина), м. Лондона (Великобританія), трамвайній лінії м. Леон (Франція). Застосуванню накопичувачів енергії на залізницях присвячено ряд робіт вітчизняних вчених.

У разі застосування накопичувачів енергії у системі тягового електропостачання постає задача їх оптимального розміщення та керування такою системою. Вбачається необхідним розробка цифрового двійника системи електричної тяги.

#### Список використаних джерел

1. <http://www.gronaget.se/upload/PM%20motors%20for%20railway%20applications.pdf>
2. VDB: стратегія переходу к поездам на тягових акумуляторах. <https://zdmira.com/articles/vdb-strategiya-perekhoda-k-poezdam-na-tyagovykh-akkumulyatorakh>
3. Інерційні накопичувачі енергії у тягових мережах. / Овер'янова Л.В., Омеляненко В.І., Рябов Є.С. // Стан та перспективи розвитку міського електричного транспорту [Електронний ресурс] : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., Харків, 14–16 квітня 2021 р. / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова та ін. – Електронні тестові дані. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 184 с.

Заболотній С. В.

(Черкаський державний бізнес-коледж),

Гончаров А. В. (Черкаський державний  
технологічний університет),

Могілей С. О. (Східноєвропейський університет  
імені Рауфа Аблязова)

УДК 519.87

## ЗАЛІЗНИЦЯ ЯК КОМПОНЕНТ БІЗНЕС-МОДЕЛІ МУЛЬТИМОДАЛЬНОГО ТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Концепція функціонування будь-якого підприємства найбільш повно розкривається за допомогою створення його бізнес-моделі [1]. У випадку транспортних (логістичних) підприємств такі бізнес-моделі мають ряд особливостей. Найбільш цікавими з науково-дослідної точки зору слід вважати мультимодальні транспортні підприємства. Тому об'єктом даного дослідження є бізнес-модель саме мультимодального логістичного підприємства – тобто, такого, яке використовує в своїй діяльності кілька видів транспорту, зокрема, залізничний.

Дослідження має на меті вивчити місце залізничних перевезень в структурі бізнес-моделі мультимодального транспортного підприємства, запропонувати математичну формалізацію даної бізнес-моделі, визначити методи її реалізації та окреслити напрямки оптимізації підприємницької діяльності.

Прикладом мультимодального транспортного підприємства може виступати вітчизняне ТОВ СП «Нібулон» [2], яке при перевезенні вантажів територією України послуговується трьома видами транспорту: автомобільним, залізничним та внутрішнім водним (річковим). При цьому саме залізничний вид транспорту є вагомим компонентом бізнес-моделі даного підприємства – завдяки розгалуженій мережі залізниць, можливості великих обсягів перевезень та їх низькій ризиковості.

Крім мінімізації рівня ризику транспортних перевезень важливою умовою ефективності роботи певного виду транспорту є низька собівартість таких логістичних послуг. Тому математичний опис бізнес-моделі мультимодального транспортного підприємства може бути поданий у формі постановки багатокритеріальної мультимодальної транспортної задачі [3]:

$$\begin{cases} S = \sum_{i,j=1}^{m,n} a_{ij}x_{ij} + \sum_{i,j=1}^{m,n} b_{ij}y_{ij} + \sum_{i,j=1}^{m,n} c_{ij}z_{ij} \rightarrow \min, \\ R = \sum_{i,j=1}^{m,n} f_{ij}x_{ij} + \sum_{i,j=1}^{m,n} g_{ij}y_{ij} + \sum_{i,j=1}^{m,n} h_{ij}z_{ij} \rightarrow \min, \end{cases} \quad (1)$$

де  $i = \overline{1, n}$ ,  $j = \overline{1, m}$  –  $n$  пунктів відправки та  $m$  пунктів доставки;

$x_{ij}$ ,  $y_{ij}$ ,  $z_{ij}$  – кількість одиниць товару, що перевозиться з  $i$ -го пункту відправки до  $j$ -го пункту доставки відповідно автомобільним, залізничним та водним транспортом;

$a_{ij}$ ,  $b_{ij}$ ,  $c_{ij}$  – вартість перевезення одиниці товару з  $i$ -го пункту відправки до  $j$ -го пункту доставки відповідно автомобільним, залізничним та водним транспортом;

$f_{ij}$ ,  $g_{ij}$ ,  $h_{ij}$  – ризик аварії при перевезенні вантажу з  $i$ -го пункту відправки до  $j$ -го пункту доставки відповідно автомобільним, залізничним та водним транспортом;

$S$ ,  $R$  – функції собівартості та ризику відповідно.

Зазначимо, що система (1) теоретично розглядається як задача безумовної оптимізації, хоча з прикладної точки зору її множина обмежень повинна існувати обов'язково. На залізниці такі обмеження можуть бути обумовлені кількістю наявного (вільного) рухомого складу, його технічним станом, якістю залізничного полотна тощо.

З математичного опису бізнес-моделі очевидно, що, за умови мінімізації показників ризику та собівартості залізничних перевезень, частка залізничного транспорту в загальній структурі перевезень буде, навпаки, максимізуватися – за рахунок збільшення кількості вантажів, що транспортуються. З іншого боку, недешеві та ризиковані залізничні перевезення – надто в межах запропонованої бізнес-моделі – будуть витіснятися іншими потенційно менш вартісними та ризиковими видами транспорту (автомобільним чи річковим).

Крім того, бізнес-модель в постановці (1) може бути покладена в основу створення інтелектуальної системи управління логістичним підприємством – як залізничним, так і мультимодальним. Тобто, дана бізнес-модель реалізується не лише як економіко-математична, а й комп'ютерна. Це, в свою чергу, значно розширює діапазон методів реалізації такої моделі.

Таким чином, в роботі розглянуто бізнес-модель мультимодального логістичного підприємства та продемонстровано важливість такого її компоненту як залізничний вид транспорту. Надано математичну формалізацію даної бізнес-моделі, показано, що до реалізації моделі можуть бути застосовані як економіко-математичні, так і програмні методи. Зниження собівартості залізничних перевезень, а також рівня їх ризиковості визначено пріоритетним напрямком оптимізації функціонування транспортного підприємства, бізнес-модель якого передбачає використання залізниці в своїй діяльності.

**Список використаних джерел**

1. Скриль В.В. Бізнес-моделі підприємства: створення та класифікація. Економіка та управління підприємствами, 2016, № 7, с. 490-497.
2. ТОВ СП «Нібулон». Офіційний сайт. Режим доступу: <https://www.nibulon.com/>.
3. Jun Su, K. Przystupa, S. Zabolotnii, V. Pohrebennyk, S. Mogilei, L. Gil, Wenguang Song. Constructing reference plans of two-criteria multimodal transport problem. *Transport and Telecommunication*, 2021, vol. 22, no. 2, p. 129-140. – DOI: <https://doi.org/10.2478/tj-2021-0010>.

*Shapoval G., Associate Professor, Ph.D.,  
Oleksiuk A., master*

*(Ukrainian State University of Railway Transport)*

UDC 656.212.5

### **IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE TRANSPORT PROCESS BY IMPROVING CUSTOMS FORMALITIES IN RAIL TRANSPORT**

Ukrainian rail transport is one of the leading sectors in the country's road transport system. It provides 82 percent of freight and 50 percent of passenger transport by all modes. Railway transport is characterized by a high frequency of operation regardless of climatic conditions. It provides for greater Transportability, makes it possible to realize a sufficiently high speed of delivery of passengers, considerable maneuverability in use of rolling stock, as well as a relatively low price for transport [1].

International rail traffic linked to the crossing of the State border, obliging the carrier and passengers to comply with the border and customs regulations established by national legislation [2].

The implementation of customs control and customs clearance procedures during the border crossing of Ukraine is an urgent task of customs authorities. Given the need to implement EU legislation, it is advisable to create favorable conditions and simplify the procedure for crossing the customs border [3].

All goods and commercial vehicles transported across the customs border of Ukraine are subject to customs control, during which the revenue and revenue authorities carry out the relevant customs formalities. Customs control zones are provided for customs formalities in rail transport. They are located at crossing points where the borders of the customs and State borders of Ukraine coincide.

Customs formalities involve some actors. Participants in the movement of goods across the customs border are the consignor, the railway, the Customs office and the consignee. In the case of goods imported by rail into the customs territory of Ukraine, the participants are the railway, the customs office, the consignee, in the case of

export the consignor, the railway, the customs office and, in the case of transit, the railway and the customs office. With regard to rail transport, no matter of the direction of travel across the customs border of Ukraine - the railway, customs. With regard to passengers irrespective of the direction of travel across the customs border of Ukraine - passenger, customs [1].

When baggage and baggage are imported into the customs territory of Ukraine, the following customs-related entries are made at the customs office of departure - the arrival of an international train and the receipt of the relevant documents; Handling of documents provided and decision of the Customs official; Customs examination (reconditioning) of baggage and baggage, which can be performed both at the Customs office of destination and at the Customs office of departure.

The following Customs formalities relating to Customs control are carried out at the Customs office of departure: Customs examination (re-certification) of baggage and cargo; at the Customs office of destination - arrival of the international train and receipt of the relevant documents; handling the documents provided and taking the relevant decision by the Customs officer [2].

The modernization and comprehensive updating of Ukraine's legislation on State Customs matters, taking into account current trends and specific features of Ukraine's development, has made it possible to resolve some of the issues related to the simplification of customs procedures by automating them and reducing the influence of the «human factor» on the process and result of customs clearance of goods, improving the efficiency of customs control as a method of regulation [3].

The introduction of an electronic declaration is a priority for improving the transport process for customs control procedures; Simplification of Customs control procedures; establishment of an efficient system of analysis and management of Customs risks; introduction of liability for infringement of Customs legislation, both by entities and by Customs officials themselves.

Thus, integration into the common transit railway system in the near future will make it possible to speed up and improve customs procedures and formalities, to reduce the costs of cross-border trade in goods with European countries, as well as more effectively countering attempts to infringe customs regulations.

**References**

1. Prokopenko V. Execution of customs formalities when moving goods across the customs border of Ukraine by different modes of transport. - Dnipro: University of Customs and Finance, 2018, 336 p.
2. Prokopenko V. Customs formalities related to customs control in the case of movement of luggage, luggage, passengers in international railways / Bulletin of the Chernivtsi Faculty of the National



University "Odessa Law Academy", Vol. 4. pp. 116-127, 2017.

3. Korobkova O. Theoretical foundations of customs procedures for moving goods in containers / Research and Production Journal Innovative Economy, - Vol. 1. pp. 180-187, 2021.

*Кривуля Г. Ф., д.т.н., професор,  
Токарев В. В., к.т.н., доцент,  
Щербак В., аспірант  
(ХНУРЕ)*

### САМОДІАГНОСТИКА ВЕЛИКИХ БЕЗДРОТОВИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ

Розвиток мікроелектронної бездротової комунікації призводить до застосування широкомасштабних бездротових сенсорних мереж (БСМ), що містять сотні, навіть тисячі вузлів датчиків, розміщених у великій області. Проект CitySee [1] розгорнув 1200 вузлів датчиків у міській місцевості, а проект LAINet [2] розгорнуто у цілому лісі.

БСМ можуть мати проблеми (аномалії) під час роботи із-за динамічних факторів навколишньої середовища або збоїв апаратного та програмного забезпечення вузлів. Ці аномалії вимагають надійної стратегії виявлення для підтримки довгострокового крупномасштабного розгортання БСМ.

Існуючі методи для діагностування сенсорних мереж, як правило, засновані на приймачах та активному виведенні інформації про стан усіх сенсорних вузлів для проведення централізованого аналізу. Однак приймальні засоби діагностування мають великі затрати для сенсорних мереж. Із-за ненадійної безпроводної мережі приймач часто отримує неповну та іноді спотворену інформацію, що призводить до неточних висновків. Щоб вирішити описані вище проблеми, ми представляємо концепцію самодіагностики БСМ.

Стан вузла БСМ можна розділити на два типи: нормальний та несправний. Несправність у свою чергу може бути «постійною» або «статичною». Так звані «постійні» означають, що несправні вузли залишаються несправними до їх заміни, а так звані «статичні» означає, що нові несправності не будуть генеруватися під час виявлення несправностей. Також несправності вузлів БСМ можна розділити на дві категорії: жорсткі та м'які. Так звана «жорстка несправність» - це коли вузол датчика не може зв'язатися з іншими вузлами через збій у роботі певного модуля (наприклад, збій зв'язку через збій модуля зв'язку, виснаження енергії вузла, відсутність зв'язку) усієї мобільної мережі через переміщення вузлів тощо). Так звана "м'яка несправність" означає, що вузли, які вийшли з ладу, можуть продовжувати працювати і спілкуватися з

іншими вузлами (апаратне та програмне забезпечення модуля зв'язку в нормі), але дані, що сприймаються і передаються, неправильні.

Оцінку справності вузла датчика часто використовують двійкову логічну функцію  $X$  з набором її значень  $\{0,1\}$ . Якщо  $x$  дорівнює 1, то вузол працює, а якщо  $x$  дорівнює 0, то вузол не працює. Однак в системі прийняття рішень при самодіагностуванні на основі інтелектуальних засобів потрібно використовувати нечіткі значення  $X$  [3].

Для нечіткого введення чіткі значення перетворюють вхідні змінні  $X$  і вихідні змінні  $Y$  у нечіткі. Далі розглядаємо нечітку змінну між "0" та "1". Вона має п'ять значень термів з такими межами: - "0-0,1" - "Дуже близько до 0"; - "0,1-0,2" - "Близько до 0"; - "0,2-0,8" - "Середнє значення"; - "0,8-0,9" - "Близько до 1"; - "0,9-1" - "Дуже близько до 1". Ми застосовуємо цю нечіткість для всіх вхідних та вихідних змінних. В результаті маємо п'ять функцій належності вхідної змінної  $X$ .

Для реалізації самодіагностики БСМ пропонується використати нейро-нечітку систему на основі нейронної мережі Хеммінга, яка має достатню просту апаратну та програмну реалізацію відносно інших різновидів нейронних мереж. Штучна нейронна мережа Хеммінга використовується для вирішення задач класифікації бінарних вхідних векторів. В основі її роботи лежать процедури, направлені на вибір рішень завдань класифікації одного з еталонних образів, найбільш близьких до поданого у вхідних мережах, що захищають від загального формування та віднесення даних до відповідного класу. Для оцінки показників близькості до кожного класу використовується критерій, що впливає на стан Хеммінга - кількість різних змінних у зашумленому та еталонному вхідних образах.

Структурно нейронна мережа Хеммінга включає два шари (рис. 1), кількість нейронів у яких  $K$  рівно кількості класів ( $K = N$ ). Число входів  $M$  відповідає числу бінарних векторів, за якими різні образи. Значення вхідних змінних відноситься до множини  $\{-1;1\}$ . Вихідні значення подаються за допомогою зворотних зв'язків на входи нейронів другого шару, в тому числі й на власний нейрон.

Загальна постановка задачі, яка вирішується за допомогою нейронної мережі Хеммінга, така. Маємо вихідний набір еталонних образів, представлених у вигляді бінарних векторів. Кожному з них відповідає свій клас. Потрібно подати на входи мережі невідомий образ, яка порівнює його з усіма відомими еталонними образами та віднесенням до відповідного класу, або робиться висновок про невідповідність ні одному з класів.

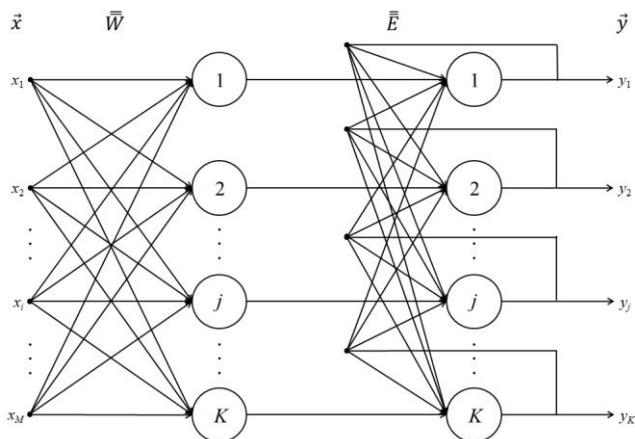


Рис. 1. Структура мережі Хеммінга

Алгоритм життєвого циклу нейронної мережі Хеммінга складається з двох основних стадій: навчання та практичного використання. На стадії навчання необхідно створити базу даних можливих несправностей БСМ та відповідні бінарні вектори для кожної несправності.

#### Список використаних джерел

1. Y. Liu, X. Mao, Y. He, K. Liu, W. Gong, and J. Wang, "Citysee: not only a wireless sensor network," *IEEE Network*, vol. 27, no. 5, pp. 42–47, 2013.
2. Y. Qu, W. Han, L. Fu et al., "LAINet - A wireless sensor network for coniferous forest leaf area index measurement: Design, algorithm and validation," *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 108, pp. 200–208, 2014.
3. G. Krivoulya, V. Shcherbak Intellectual Functional Diagnosis of Large Objects Using Sensor Network. IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS) Proceeding of international conf. Varna, Bulgaria, September 4 – 7, 2020, pp.507-511

*Ситникова А. И. (Белорусский*

*государственный университет транспорта)*

УДК 656.212.5:621.311

### ОБОСНОВАНИЕ СОКРАЩЕНИЯ ЭНЕРГОЕМКОСТИ РАБОТЫ СОРТИРОВОЧНОГО КОМПЛЕКСА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ ПРИ МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ВАГОННЫМИ ЗАМЕДЛИТЕЛЯМИ

В настоящее время функционирующие сортировочные горки в основном оснащены четырехступенчатой системой регулирования скорости движения отцепов на механизированных тормозных

позициях. Такие устройства уже не соответствуют современным требованиям, поэтому сортировочные горки модернизируются за счет внедрения систем автоматического регулирования скорости скатывания отцепов (АРС), позволяющих перейти к восьмиступенчатому, а в перспективе – к 16-тиступенчатому режимам регулирования скорости движения отцепов и достигнуть высокой точности работы в автоматическом режиме замедлителей, а также получить значительную экономию расхода сжатого воздуха и электроэнергии. Фактически торможение отцепов происходит в соответствии с плавной кривой, что позволяет с высокой вероятностью достичь требуемых скоростей движения отцепов и проход их в глубину сортировочного парка с остановкой в точке прицеливания.

Из технических преимуществ рассматриваемого оборудования управления вагонными замедлителями ВУПЗ-05М стоит отметить уменьшение допустимого уровня давления для каждой ступени торможения, раздельное управление блоками клапанов, блокировку самоподъема вагонного замедлителя и расширение диапазона рабочих напряжений питания и управления. Применение таких приводов дает ощутимый экономический эффект, так как сокращается продолжительность обслуживания замедлителей и увеличивается пропускная способность сортировочных горок при снижении эксплуатационных расходов на переработку вагонопотоков [1].

В исследовании выполнено обоснование сокращения энергоемкости работы сортировочного комплекса (на примере Нечетной системы станции Гомель) при переоснащении тормозных позиций механизированной сортировочной горки с использованием модернизированных воздухоотборников с электронной управляющей аппаратурой ВУПЗ-05М, позволяющей перейти к восьмиступенчатому режимам регулирования скорости движения отцепов. Расчет сокращения затрат на производство сжатого воздуха выполняется по методике, приведенной в [2].

Сортировочный комплекс Нечетной системы станции Гомель оснащен:

– механизированной сортировочной горкой большой мощности с двумя обходными путями и тремя механизированными тормозными позициями;

– сортировочно-отправочным парком «С» (СОП), который включает 25 путей, объединенных в три пучка. В первом и во втором пучках по 8 путей, в третьем – 5 путей;

– компрессорной установкой KAESER COMPRESSORE NDSO 171 производительностью 16,12 м<sup>3</sup>/мин и номинальной мощностью двигателя 90 кВт.

Оказалось, что при установке модернизированного воздухоотборника с электронной управляющей

аппаратурой ВУПЗ-05М общий расход сжатого воздуха на работу замедлителей всех тормозных позиций горки при роспуске одного состава может снизиться на 24,61 м<sup>3</sup>/состав (или на 41,2 %).

Стоимость одного комплекта воздухоборника с управляющей электронной аппаратурой ВУПЗ-05М составляет 21714,0 BYN.

Один вагонный замедлитель оснащается двумя воздухоборниками с электронной управляющей аппаратурой ВУПЗ-05М, тогда в целом для переоснащения горочного комплекса Нечетной системы станции Гомель необходимо 54 воздухоборника, однако может отсутствовать необходимость установки новой аппаратуры на всех вагонных замедлителях. Капитальные вложения на приобретение оборудования составят 1,172,556 BYN. (450983,1 USD) в ценах текущего периода. С учетом амортизационных отчислений период возврата инвестиций составит около 8 лет, что указывает на эффективность модернизации систем управления вагонными замедлителями.

Следует отметить, что помимо экономии затрат на электроэнергию, которые составляют 37510,2 BYN/год и обслуживание замедлителей, экономия эксплуатационных расходов образуется, главным образом, за счет сокращения продолжительности расформирования составов с горки, ускорения процесса накопления составов и сокращения расхода топлива на маневровые передвижения. Так же при внедрении 8-миступенчатой системы управления замедлителями более точное выторможивание отцепов на тормозных позициях горки позволяет повысить сохранность подвижного состава и грузов за счет обеспечения допустимой скорости соударения вагонов в сортировочной парке.

#### Список использованной литературы

1. Инновационное оборудование для сортировочных станций [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.eav.ru/publ1.php?page=1&publid=2018-12a10>.
2. Проектирование сортировочных станций с автоматизированными горочными комплексами : учеб.-метод. пособие для курсового и дипломного проектирования по дисциплине «Железнодорожные станции и узлы» / В. Я. Негрей [и др.] ; М-во. трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2015. – 235 с.

*Ковтун І. В., к.т.н., доцент (УкрДУЗТ)*

УДК 621.391

### АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ СТИСНЕННЯ ВІДЕОДАНИХ НА ОСНОВІ БАГАТОКАНАЛЬНОГО ВЕЙВЛЕТ- ПЕРЕТВОРЕННЯ

З розвитком телекомунікаційних систем та мультимедійних технологій неухильно ростуть обсяги переданих мультимедійних файлів, а разом з ними підвищуються і вимоги до ефективності роботи систем кодування інформації, в тому числі до алгоритмів стиснення відеоконтенту. Крім того, збільшуються і середні обсяги переданих відеоданих в зв'язку зі збільшенням здатності зображень в сучасних форматах цифрового відео. Також необхідно враховувати, що загальний об'єм відеоданих в інтернет трафіку збільшується за рахунок широкого використання сервісів потокового телемовлення, систем хмарного зберігання даних, збільшення числа камер безпеки і інших пристроїв, що здійснюють передачу відео через інтернет.

В той же час пропускні здібності каналів передачі даних ростуть не так швидко. У зв'язку з цим для побудови складних інформаційних систем критично важливо кодувати відеодані як можна компактніше, що дозволяє передавати більше даних по тому ж самому інформаційному каналу, збільшуючи швидкість роботи таких систем.

Одним із способів пониження об'ємів вихідного бітового потоку при кодуванні візуальних даних є використання дискретних ортогональних перетворень. Дискретні ортогональні перетворення активно використовуються в усіх сучасних стандартах стиснення зображень і відео, наприклад, в таких як H.264, H.265, JPEG і багатьох інших. Одним з дискретних ортогональних перетворень, що дозволяють досягати значних мір стиснення, є дискретне вейвлет-перетворення, яке використовується в таких стандартах стиснення, як JPEG2000, відеокодеках Dirac і Schrodinger.

Використання багатоканальних схем дискретного вейвлет-перетворення в системах відеокодування є новим і перспективним підходом, який дозволяє збільшити міру стиснення при збереженні якості відновлених зображень, однак практично у всіх існуючих дослідженнях розглядається лише двохканальна схема, яка поступається за ефективністю кодування багатоканальним аналогу. Таким чином, розробка відеокодуєчих систем на базі багатоканального вейвлет-перетворення є актуальним напрямом досліджень.

**Список використаних джерел**

1. Usage of Video Codec Based on Multichannel Wavelet Decomposition in Video Streaming Telecommunication Systems / Kirill Bystrov, Alexander Dvorkovich, Viktor Dvorkovich, Gennady Gryzov // Distributed Computer and Communication Networks / Ed. by Vladimir M. Vishnevskiy, Konstantin E. Samouylov, Dmitry V. Kozyrev. — Cham: Springer International Publishing, 2017. — P. 108–119.
2. Yan R. Mutual information-assisted wavelet function selection for enhanced rolling bearing fault diagnosis / R. Yan, M. Shan, J. Cui, Y. Wu // Shock and Vibration, vol. 2015, 9 p.
3. Albrecht A., Howlett P., Verma G. Optimal splitting of Parseval frames using Walsh matrices // Poincare J. Anal. Appl. Special Issue (IWWFA-III, Delhi). 2018. № 2. P. 39–58.

*Прилипка А. А., к.т.н., доцент (УкрДУЗТ)*

УДК 519.876.5:681.586

### **РОЗШИРЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМ ДІАГНОСТИКИ ПРИСТРОЇВ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ**

У зв'язку із широким упровадженням нових мікропроцесорних систем технічної діагностики з'явилася можливість одночасно контролювати роботу великої кількості пристроїв СЦБ. Технічна діагностика, завдяки ранньому виявленню дефектів та несправностей, дозволяє усунути подібні відмови в процесі обслуговування та ремонту, що підвищує надійність та ефективність експлуатації пристроїв. Важливим напрямком у технічній діагностиці є підвищення контролездатності пристроїв на стадії проектування.

**Список використаних джерел**

1. Прилипка А. А. Моделювання точкових колійних датчиків з підвищеною завадостійкістю / А. А. Прилипка, С. О. Змій, О. А. Бойнік // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. - 2019. - № 5. - С. 32-39.
2. Бойнік, А. Б. Вибір типу чутливого елемента для точкового колійного датчика [Текст] / А. Б. Бойнік, А. А. Прилипка, О. Ю. Каменев, О. В. Лазарев, О. В. Щєбликіна // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2017. - №2. – С. 31-39.
3. Бойнік, А. Б. Розширення функціональних можливостей систем повної діагностики пристроїв залізничної автоматики [Текст] / А. Б. Бойнік, А. А. Прилипка // Гірнична електромеханіка та автоматика. Збірник наукових праць № 94, Дніпропетровськ, 2015, С. 42-48.

*Малахова О. А., к.т.н., доцент,  
Воробель І. І., магістрант (УкрДУЗТ)*

### **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО УПРАВЛІННЯ ПРИ ПРОПУСКУ ПАСАЖИРСЬКИХ ПОЇЗДІВ**

На сьогодні проблеми сегментації ринку транспортних послуг і вибору цільових груп споживачів, зокрема, на залізничному транспорті вивчені недостатньо. Залишаються недослідженими основні мотивації і частота поїздок пасажирів, а також динаміка зміни цих показників в залежності від тимчасових чинників.

При формуванні та призначенні приміських пасажирських поїздів необхідно враховувати такі чинники, що відображають реальний попит на пасажирські перевезення, а також дозволяють зрозуміти, які корективи повинні бути внесені в роботу приміського залізничного комплексу для збільшення обсягів перевезень і підвищення якості обслуговування пасажирів.

З метою виявлення шляхів покращення приміських перевезень було проведено аналіз поїздок залежно від напрямку, частоти, способу оплати, віку, місця проживання.

Діаграма розподілу пасажирів за частотою поїздок показує, що 48% пасажирів приміських поїздів здійснюють поїздки 3 і більше разів на тиждень, 20% - користуються приміським залізничним транспортом 1-2 рази на тиждень, а 32% - 1-2 рази на місяць і рідше. У зв'язку з таким розподілом пропонується класифікувати пасажирів за ступенем активності використання приміських поїздів на:

- постійні (активні);
- помірні;
- пасивні.

Розподіл пасажирів приміських поїздів по мірі активності представлено на рис. 1.

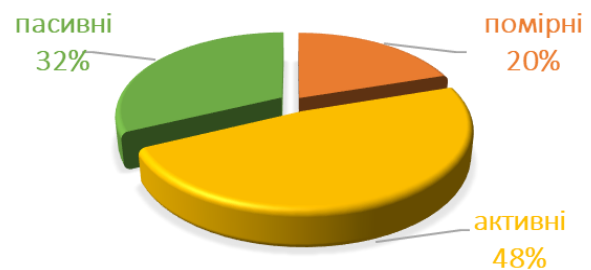


Рис. 1. Розподіл пасажирів приміських поїздів за активністю

Найбільш важливими характеристиками при виборі виду транспорту у приміському сполученні є стабільність розкладу, частота руху поїздів, стан рухомого складу, час у дорозі, комфортність, а вартість проїзду знаходиться на одному з останніх місць (вартість поїздки за ступенем важливості оцінюється в 6,1 балів за 10-бальною шкалою).

Зведений показник рівня задоволеності розраховується за формулою (у балах) [1]

$$S_i = \frac{\sum S_{сер}}{n},$$

де  $S_i$  - індекс задоволеності;

$S_{сер}$  - середнє значення задоволеності за найменуванням чинника, що входить до функціонального блоку, бали;

$n$  - кількість чинників даного функціонального блоку.

За даними опитування, загальна оцінка задоволеності послугами приміського пасажирського комплексу становить 4,7 бала, тому необхідно вживати заходів щодо зацікавленості пасажирів перевезеннями саме приміським залізничним транспортом.

#### Список використаних джерел

1. Alodhaibi Sultan. Framework for Airport Outbound Passenger Flow Modelling / Sultan Alodhaibi, Robert L. Burdettb, Prasad KDV Yarlagadda // Procedia Engineering. – 2017. - Volume 174. – P. 1100-1109.

*Ломотько Д. В., д.т.н., професор,  
Ковальов Д. Д., аспірант  
(УкрДУЗТ)*

### ФОРМУВАННЯ СУЧАСНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАЛІЗНИЧНИХ КОНТЕЙНЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Сучасні тенденції глобалізації світової економіки значно впливають на роль транспорту у забезпеченні функціонування комерційних відносин між країнами. У транспортному секторі значного застосування набувають контейнерні перевезення, зокрема на залізничному транспорті. В умовах реструктуризації галузі виникає необхідність нового підходу в організації контейнерних перевезень, який дозволив би з однієї сторони скоротити витрати залізниць, з іншої – підвищити їх привабливість для користувачів.

Необхідність пошуку нового підходу обумовлена збільшенням транзиту вантажів залізницями України. За підсумками 5 місяців 2020 року територією України у складі контейнерних поїздів було

перевезено 109 440 контейнерів. Це вдвічі більше, ніж було перевезено вантажів у січні-травні минулого року, і 60% від усього об'єму контейнерів, що були перевезені територією України різними видами транспорту

Вигідне географічне положення України на перетині шляхів з Європи в Азію, з Півночі на Південь на фоні перевантаження і перенасичення європейських транспортних вузлів створює передумови для інтеграції транспортної мережі України в міжнародну транспортну систему, а її потужні контейнерні термінали (Одеський, Південний, Чорноморський МТП тощо) роблять її потенційно привабливою для залучення в систему міжнародних транспортних коридорів.

Розробка комплексу відповідних логістичних технологій обробки контейнерів дозволить визначити раціональну технологію організації транспортного процесу залізниць України та скоротити експлуатаційні витрати.

Питання формування сучасної контейнерної системи вимагає створення особливих логістичних платформ у вигляді розширених транспортних вузлів або транспортно-логістичних центрів. Ця ідея базується на створенні мережі транспортно-логістичних кластерів (ТЛК) у найбільш завантажених районах. У загальноприйнятому сенсі транспортно-логістичні кластери включають до себе комплекс інфраструктури і компаній, які спеціалізуються на зберіганні, супроводженні і доставці вантажів та пасажирів. Крім того, ТЛК може включати також: організації, які обслуговують об'єкти портової інфраструктури; компанії, які спеціалізуються на морських, річних, наземних, повітряних перевезеннях; логістичні комплекси та інші. ТЛК розвиваються в регіонах, які мають значний транзитний потенціал. На території України такими регіонами виступають порти та прикордонні міста на транспортному коридорі Китай – ЄС.

Перед провадженням ТЛК доцільно сформувати вимоги до таких транспортних вузлів. При перевезенні контейнерів територією України велике значення має спроможність кластеру забезпечити ефективну взаємодію між різними видами транспорту та вантажовласниками, що в свою чергу створює проблему вибору найбільш доцільного виду транспорту. При великих об'ємах транспортування, що характерно для контейнерних перевезень, основним критерієм вибору транспорту буде висока провізна здатність. Саме тому пропонується залучення залізничних підприємств до здійснення контейнерних перевезень саме через його специфіку та характерні переваги:

- масовість перевезення;
- регулярність відправлень;
- високий показник схоронності вантажу.

Таким чином при розгляданні проблеми вибору транспорту, при позитивній тенденції зміни об'ємів контейнерних перевезень, буде розглядатися комбінація морський – залізничний транспорт.

Інтеграція України у світову транспортну вимагає від нашої країни сучасних логістичних рішень. На нашу думку провадження транспортно-логістичних кластерів може стати хорошим рішенням поставленої задачі та дозволить кардинально змінити становище транспортної системи у кращу сторону.

### Список використаних джерел

1. Ніколаєв Ю. О. Структура транспортно-логістичного кластера та процес його формування / Ю. О. Ніколаєв // Вісник соціально-економічних досліджень. - 2012. - Вип. 1. - С. 345-350. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsed\\_2012\\_1\\_53](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsed_2012_1_53).
2. Альошинський Є. С. Аналіз передумов формування прикордонних транспортно-логістичних кластерів для удосконалення міжнародних залізничних вантажних перевезень / Є. С. Альошинський, Г. Г. Замбрибор // Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту. - 2014. - Вип. 150. - С. 11-17. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpudazt\\_2014\\_150\\_4](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpudazt_2014_150_4).
3. Ломотько Д.В., Обухова А.Л., Сеніва І.В. Аналіз перспективних напрямків використання контейнерних та контрейлерних перевезень в Україні / Д. В. Ломотько, А. Л. Обухова, І. В. Сеніва // Науково-практичний журнал «Залізничний транспорт України». – 2015. - Режим доступу: <http://lib.kart.edu.ua/bitstream/123456789/4502/1/%d0%9b%d0%be%d0%bc%d0%be%d1%82%d1%8c%d0%ba%d0%be.pdf>

*Ломотько Д. В., д.т.н., професор,  
Анісімова В. С., магістр (УкрДУЗТ)*

## ФОРМУВАННЯ ІННОВАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ БАГАЖУ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

**Актуальність дослідження.** Пасажирські перевезення є одним з основних напрямів роботи залізничного транспорту України. Вони забезпечують не тільки потреби в пересуванні населення, але й потреби в перевезенні багажу та вантажобагажу, а також відіграють дуже важливу соціально-економічну роль у розвитку транспортної системи країни. Водночас з цим, залізничні пасажирські перевезення носять збитковий характер та все менше користуються популярністю у населення. Це обумовлено застарілим

технічним оснащенням, відсутністю можливості здійснення комфортних пересадок між різними видами транспорту, низькою якістю послуг. Дана задача потребує створення єдиного проїзного документу, застосування інноваційних технологій обробки багажу та покращення якості послуг, які надаються у вокзальному комплексі.

**Метою роботи** є удосконалення сервісу пасажирських перевезень за рахунок впровадження методики трансферу багажу у поїздах Intercity, що дозволить зекономити час на його оброблення та отримання вантажобагажу пасажирами. Переїняття досвіду роботи з багажем з інших видів транспорту, а саме інтегрування методики трансферу багажу з авіаційного транспорту у залізничний.

**Основний матеріал дослідження.** З урахуванням мети дослідження опрацьована та запропонована удосконалена інноваційна технологія трансферу багажу пасажирів, що прямують залізничним транспортом.

Технологія обробки трансферного багажу та вантажобагажу.

Обробка трансферного багажу та вантажобагажу при внутрішньодержавних перевезеннях

Після прибуття потягу на станцію, прийомоздавальник багажу та вантажобагажу знімає в першу чергу (якщо інше не передбачено) трансферний багаж з потягу на окрему електрокару. Після зняття трансферний багаж доставляється в багажне відділення вокзального комплексу.

Якщо трансферний багаж прибув на станцію несортованими і змішаним з багажем інших пасажирів, прийомоздавальник багажу та вантажобагажу знімає весь багаж з потяга та доставляє його в багажне відділення вокзального комплексу. Під час розвантаження відбувається сортування багажу. Багаж, позначений бирками трансфер відкладається, а багаж пасажирів, що прибули до пункту призначення вивантажується на стрічку конвеєра для видачі його пасажирам.

Примітка.

При внутрішньодержавних перевезеннях, у разі необхідності (якщо період від часу прибуття трансферного вантажу до часу відправлення в стикувальному пункті менше 2-х годин), може проводитись перевантаження трансферного багажу з одного потягу на інший, при цьому перевантаження проводиться під контролем співробітника вантажно-багажного відділу.

Трансферний вантаж сортується прийомоздавальником багажу та вантажобагажу, який проводить комплектовку багажу, по потягам або поміщується у відділення для зберігання трансферного багажу.

Після обробки трансферного багажу, прийомоздавальник багажу та вантажобагажу записує

в «Журнал обліку трансферного багажу», що знаходиться у агента по розшуку вантажу та багажу, число, № потяга, яким прибув багаж, № потягу, яким він повинен бути відправлений, кількість місць і ставить своє прізвище. При вилученні багажу з трансферної сітки прийомоздавальник багажу та вантажобагажу також проставляє своє прізвище.

Обробка трансферного багажу при міжнародних залізничних перевезеннях.

Старший прийомоздавальник отримує у представника транспортно-експедиційної компанії список трансферних пасажирів з багажем і інформує начальника зміни багажного відділення і прийомоздавальника багажу і вантажобагажу про наявність трансферного багажу. Після прибуття потягу старший прийомоздавальник передає прийомоздавальнику вантажу і багажу список трансферних пасажирів і ключ від кімнати тимчасового зберігання багажу.

Прийомоздавальник вантажу і багажу доставляє трансферний багаж з потягу в багажне відділення залізничного комплексу і розвантажує його на транспортерну стрічку.

Трансферний пасажир, після проходження прикордонного контролю, направляється в зону видачі багажу і забирає свій багаж.

Трансферний пасажир разом зі своїм багажем проходить митний контроль, після чого здає свій багаж, згідно трансферної багажної бирці, прийомоздавальнику вантажу і багажу. Прийомоздавальник вантажу та багажу складе багаж в приміщення для тимчасового зберігання трансферного багажу.

Завершивши вивантаження трансферного багажу на конвеєрну стрічку в багажному відділенні прикордонної залізничної станції, прийомоздавальник вантажу і багажу виконує підгін електрокари до вантажних дверей кімнати тимчасового зберігання трансферного багажу, розташованої з боку перону.

Прийомоздавач вантажу і багажу після завершення прийому від пасажирів всього трансферного багажу (в обов'язковому порядку звіривши при цьому загальну кількість отриманих місць з кількістю місць, зазначених у списку трансферних пасажирів, наданому транспортно-експедиторською компанією до прибуття потягу), доводить до відома начальника зміни багажного відділення про наявність трансферного багажу із зазначенням номерів потягу та кількості місць.

Прийомоздавальник багажу і вантажобагажу відкривають двері кімнати тимчасового зберігання багажу і здійснюють завантаження трансферного багажу на електрокару для транспортування його в багажне відділення вокзального комплексу.

Примітка.

Багаж трансферних пасажирів при зміні маршрутів з їх ініціативи повторно оглядається і відправляється тим же рейсом, що і пасажирі.

Виходячи із запропонованої технології оброблення трансферного багажу пасажирів, що прямують залізничним транспортом, було розроблено дві схеми обробки багажу, які показані на рис. 1 та 2.

**Висновки.** Удосконалення технології пасажирських перевезень, а саме впровадження технології трансферу багажу ґрунтується на створенні спеціальної матеріально-технічної бази та розширенні напрямків роботи багажного відділення залізничних комплексів. Це дозволить оптимізувати роботу багажного відділення та зменшити ризики утворення черг на видачу та здачу багажу. Також, одним з основних аспектів впровадження даної технології являється створення «єдиного проїзного документу», що дозволить пасажирам комфортніше перемішуватись у пунктах пересадки без необхідності здавання/забирання багажу.



Рис. 1. Структурно-логічна схема обробки багажу при прибутті на станцію пересадки, у випадку сканування та перевірки багажу у багажному відділі



Рис. 2. Структурно-логічна схема обробки багажу при прибутті на станцію пересадки, у випадку сканування та перевірки багажу під час перевантаження з вагону на автокар

Впровадження технології трансферу багажу із застосуванням «єдиного проїзного документу» сприятиме розширенню та оптимізації роботи багажного відділення, а також підвищенню зацікавленості населення у пересуванні залізничним транспортом, покращить рівень сервісу на залізничному транспорті.

#### Список використаних джерел

1. Стандарт організації. Технологія обробки багажу пасажирів вилетаючих і прибуваючих на рейсах ВВЛ і МВЛ. Акціонерне об'єднання «Международный Аэропорт Иркутск» (приказ №0321 от 07.04.2020).

*Шандер О. Е., к.т.н., доцент,  
Шевченко О. К., магістрант (УкрДУЗТ)*

УДК 656.212

### УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИ З МІСЦЕВИМИ ВАГОНАМИ НА ВАНТАЖНИХ СТАНЦІЯХ

Організація вантажної роботи займає важливе місце в експлуатаційній діяльності залізниць і включає в себе комплекс питань, пов'язаних з процесом перевезень, а головне - його початковими та кінцевими операціями: навантаження, вивантаження. Вона вимагає постійного удосконалення, її раціональна організація повинна забезпечити потреби в перевезеннях при мінімальних витратах перш за все залізничного транспорту, а тому важливе значення для вантажних станцій, вантажних дворів та під'їзних колій має раціональне проектування і організація роботи.

На теперішній час дуже гостро стоїть питання раціоналізації процесу організації роботи з місцевими вагонами. В русі вагон знаходиться приблизно 20% часу свого обігу, а інший час приходить на вантажні операції та міжопераційні простоя на станції. Приблизно 45% часу свого обігу вантажний вагон знаходиться на станціях під операціями навантаження-вивантаження. На міжопераційні простоя приходить біля 50 % знаходження вагону на вантажних станціях через технологічну та інформаційну неузгодженість в роботі. Застарілі технології недостатньо враховують взаємодію усіх підсистем станції і динамічний характер її роботи. Відомі методи по визначенню оптимального технічного оснащення вантажних станцій та раціонального розподілу існуючих технічних засобів не завжди відповідають точності розрахунків [1].

Тому у сучасних умовах для підвищення ефективності функціонування вантажних станцій виникає необхідність формування нових підходів з удосконалення технології роботи з місцевими вагонами на залізничній станції на основі застосування сучасних теорій і математичного апарату, які дозволять мінімізувати витрати на виконання робіт при раціональному використанні рухомого складу та технічного оснащення. Вирішення поставленого завдання дозволить мінімізувати простій вагонів на вантажній станції.

#### Список використаних джерел

1. O. Shander. Improving the technology of freight car fleet management of operator company/ O. Shander, D. Shumyk, Y. Shander, O. Ischuka// Procedia Computer Science Volume 149, 2019, P. 50-56.



Шандер О. Е., доцент, к.т.н.,  
Ярмак Д. Б., Федоренко О. Ю., магістранти  
(УкрДУЗТ)

УДК 656.211.5

### УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНИХ ШВИДКІСНИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УМОВАХ КОЛИВАННЯ ПАСАЖИРОПОТОКІВ

В умовах інтеграції України до ЄС посилюється конкурентна боротьба між різними видами транспорту стосовно перевезення пасажирів. А враховуючи той фактор, що примусити людей користуватися тим чи іншим видом транспорту неможливо, необхідним є підвищенні якості пасажирських перевезень і рівня культури обслуговування пасажирів. Головним напрямком розвитку залізничного транспорту України є розвиток швидкісних перевезень з урахуванням коливання пасажиропотоків та формування ефективної мережі залізничних швидкісних перевезень. Створення, а у подальшому і удосконалення швидкісних, а згодом і високошвидкісних магістралей надасть ряд конкурентних переваг не лише для залізничного транспорту, а і всієї економіки країни за рахунок збільшення пасажиропотоків. Як показує європейський досвід пасажирських швидкісних перевезень, досягнення комерційного успіху полягає у забезпеченні безпечної та комфортної подорожі і своєчасного прибуття до місця призначення клієнтів [1].

Тому важливим є формування математичної моделі раціональних варіантів мережі швидкісних залізниць України, основними показниками якої прийнято витрати коштів на створення мережі та час доставки пасажирів з урахуванням коливання пасажиропотоків з основних міст країни. Остаточний вибір мережі буде визначатися зі сформульованими цілями. Перш за все повинна бути врахована ситуація на ринку транспортних послуг і можливе фінансове забезпечення.

Удосконалення технології пасажирських залізничних перевезень на основі раціонального формування мережі швидкісних ліній дозволить підвищити точність визначення маршрутів та зменшити час пересування пасажиропотоків до кінцевої станції, і як наслідок, підвищить конкурентоспроможність залізничного транспорту.

#### Список використаних джерел

1. Шандер, О. Е. Аналіз статистичних даних щодо організації швидкісного руху на мережі залізниць України [Текст] / О.Е. Шандер, Ю.В. Шандер, А.Ю. Гнатенко, Ю.М. Зінченко // Збірник наукових праць УкрДУЗТ, 2019. – Вип. 185. – С. 14-22.

Шандер О. Е., доцент, к.т.н.,  
Старченко Г. А., Гула Н. А., магістранти  
(УкрДУЗТ)

УДК 629.46

### УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ ВАГОНОПОТОКАМИ В УМОВАХ РЕФОРМУВАННЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

В умовах реформування залізничного транспорту та розроблення законопроектів про залізничний транспорт згідно з Європейськими директивами, Україна зобов'язана виконати декілька фундаментальних змін на ринку залізничних вантажних перевезень. Основним, звичайно являється допуск операторських компаній на залізничну мережу. Тому для покращення роботи на залізному транспорті, окрім допуску операторських компаній необхідно створення конкурентного середовища на залізниці. В таких умовах важливим є своєчасне задоволення потреб замовника у перевезенні вантажів та раціональне управління парком вантажних вагонів різних форм на мережі залізниць.

Аналіз показників роботи залізничного транспорту показав, що впродовж останніх 5 років спостерігається тенденція значного дефіциту рухомого складу. А враховуючи, що існуючі методи управління вагонним парком формуються з позиції централізованого розподілення вагонів операторських компаній, то виключається можливість відокремленого управління парком вагонів компаніями - операторами. Вирішення поставленого завдання можливе за умов формування тарифної складової для перевезень у вагонах різних форм власності. Також важливим є розподіл між операторськими компаніями пропускових спроможностей залізниці та відповідальності сторін при перевезенні у власних вагонах вантажівідправників [1].

Виходячи з цього, актуальним є формування автоматизованої технології управління вагонопотоками, засновані на інтелектуалізації системи на всіх ланках транспортного процесу з урахуванням вимог залізниці та операторської компанії. Виконання відповідних умов нададуть гнучкості системі та підвищать ефективність транспортного обслуговування.

#### Список використаних джерел

1. O. Shander. Improving the technology of freight car fleet management of operator company/ O. Shander, D. Shumyk, Y. Shander, O. Ischuka// Procedia Computer Science Volume 149, 2019, P. 50-56.

Каргін А. О., д.т.н., професор,  
Пахальчук Є. В., аспірант  
(УкрДУЗТ)

### МОДУЛЬ ДИНАМІЧНОГО НАЛАШТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ НЕЧІТКИХ ГРАНУЛ В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ АВТОНОМНОЮ МОБІЛЬНОЮ МАШИНОЮ

При функціонуванні автономних мобільних систем (роботів, розумних машин) в динамічно мінливому оточенні виникає задача адаптації алгоритмів

управління та прийняття рішень. В роботі розглядається автономні мобільні системи (АМС) алгоритми управління яких базуються на нечітких моделях [1,2]. Методи первинної обробки сенсорних даних в цих системах виконуються шляхом нечіткої грануляції. Сутність нечіткої грануляції зводиться до наступного [3].

Область можливих значень даних від кожного сенсора розбивається на  $n$  нечітких гранул з типовими функціями впевненості [1]. На рис. 1 наведено три типи функцій на базі яких формуються знання щодо грануляції даних від сенсорів.

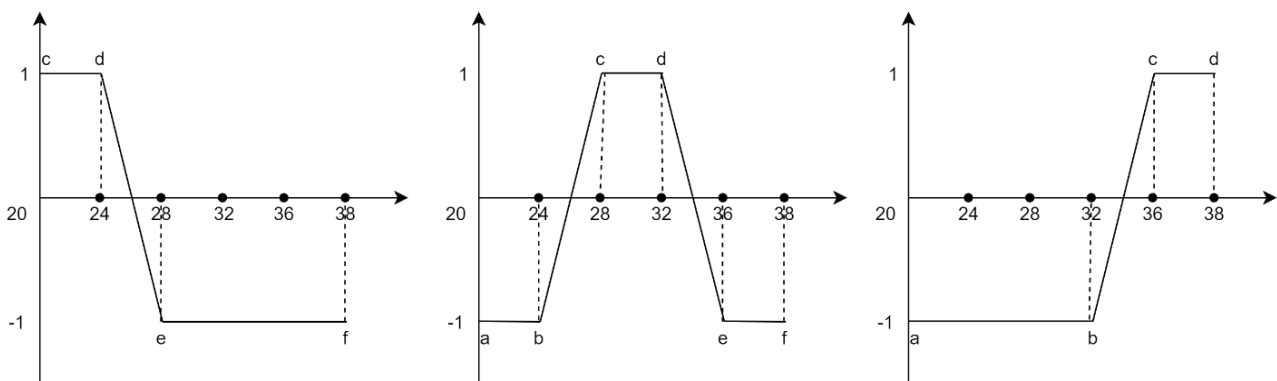


Рис. 1. Розбиття області значень на гранули

Універсальна модель для представлення знань про гранулювання даних з одного датчика виглядає наступним чином:

$\langle n, (a_1, b_1, c_1, d_1, e_1, f_1), \dots, (a_i, b_i, c_i, d_i, e_i, f_i), \dots, (a_n, b_n, c_n, d_n, e_n, f_n) \rangle$ ,

де  $n$  - кількість гранул на які розбита область можливих значень від датчиків;  $a_i, b_i, c_i, d_i, e_i, f_i$  - параметри кусково-лінійної функції, що демонструють ступінь впевненості  $\alpha$  для діапазону можливих значень показники датчиків.

Адаптації системи до змін середовища здійснюється за рахунок зміни кількості гранул  $n$  і значення параметрів  $a_i, b_i, c_i, d_i, e_i, f_i$  окремих гранул.

У даній роботі розглядається програмна реалізація процесу налаштування параметрів гранул в АМС. Якщо при тестуванні функціонування АМС має можливість редагувати границі гранул в «ручному» режимі, то при автономному функціонуванні, після заливки програмного забезпечення в мікроконтролер, така можливість втрачається. Тому виникла необхідність організації ПЗ, при якій можливе автоматичне коректування меж гранул після зашивання програми розрахунку на розумну машину.

В якості одного з варіантів використовувався контролер Arduino Nano з тестовим набором датчиків. В якості тестового набору датчиків виступали: ультразвуковий далекомір HC-SR04, датчик наближення ul-63 і датчик інтенсивності світла GY-302. Набір датчиків і їх типи може бути змінений як в більшу, так і в меншу сторону. На даний момент є обмеження по максимальній кількості інформаційних гранул  $n$ , для корекції їх параметрів  $a_i, b_i, c_i, d_i, e_i, f_i$ , і становить від 10 до 16 гранул. Дане число залежить від різноманітності датчиків. Чим більше різноманітних датчиків буде підключено, тим менше число гранул можна буде регулювати. Для зчитування інформації, також додатково використовувався модуль із зовнішнім накопичувачем. Структурна схема ПЗ мікроконтролера показана на рис. 2.

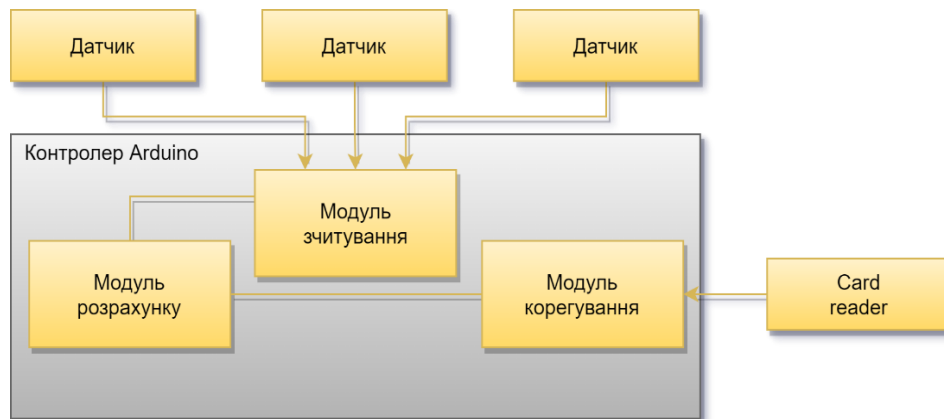


Рис. 2. Схема взаємодії компонентів системи

Як показано на схемі, модуль коригування приймає інформацію з зовнішнього джерела даних. Інформація надходить в форматі XML і містить в собі відкориговані граничні значення кожної гранули розрахунку. Якщо дані не коректувалися, то вони повинні залишитися незмінними, але вони повинні бути присутніми в структурі. Після прийому значень для корегування вони передаються в модуль розрахунку. Модель обробки даних в модулі розрахунку приведена в [1]. Процес коригування відбувається шляхом переініціалізації скорегованих значень без зупинки процесу обчислення. Такий підхід дозволяє впроваджувати зміни безпосередньо під час роботи системи і спостерігати процес зміни графіків розрахунку. Алгоритм модуля управління

представлений нижче. Основна суть роботи алгоритму полягає в оновленні інформації, що надійшла з зовнішнього джерела даних. Система очікує сигнал про те, що необхідно провести коригування значень, на даному етапі це активація 13 Піна контролера. Після отримання сигналу відбувається запит до зовнішнього модулю зберігання інформації і пошук відповідного файлу. Якщо файл був знайдений, то відбувається його зчитування та парсинг на конкретні значення. Далі шляхом порівняння лінгвістичних змінних відбувається корекція їх значень. Якщо система не змогла провести корегування значень, або під час активації сигналу на корегування, файл не було знайдено, алгоритм поверне значення про помилку оновлення.

#### Algorithm 1: UpdateIGValues

```

Data: signal, signal from board
file, file with data
old_IG_list, curent IG data
Result: true if successful
1 signal ← false;
2 while true do
3   if signal then
4     file ← path_to_file;
5     if file is exist then
6       for data ∈ file_data_length
7         for old_data ∈ old_IG_list
8           if data contains old_data
9             old_data ← data
15          else
16            //add new params
17            old_data.push(data)
18          else
19            return false
20  signal ← false;
return true
  
```

В майбутньому планується провести доопрацювання системи динамічної коригування значень шляхом зміни зовнішнього сховища даних на бездротовий модуль прийому \ передачі інформації. Це дозволить коректувати граничні параметри гранул віддалено, без втручання в схему роботи розумної машини.

#### Список використаних джерел

1. Kargin, T. Petrenko, "Spatio-Temporal Data Interpretation Based on Perceptual Model," in *Advances in Spatio-Temporal Segmentation of Visual Data. Studies in Computational Intelligence*, V. Mashtalir, I. Ruban, V. Levashenko, Eds., vol. 876, Springer, Cham, 2020, pp. 101-159.
2. A. Kargin, O. Ivaniuk, G. Galych, A. Panchenko, "Polygon for smart machine application," in 2018 IEEE 9th Inter. Conf. Depend. Sys., Serv. and Technol. DESSERT'2018, Kyiv, Ukraine, May 24-27, 2018, pp. 489-494.
3. Каргін А.О., Пахальчук Є. В. Автономне навчання роботів, що надають інтелектуальне сервісне обслуговування, на безлічі прикладів. // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. УкрДУЗТ, Харків, №3 (Додаток), 2020, 43-44 с.

*Шумик Д. В., к.т.н., доцент,  
Марусенко С. О., магістрант  
(УкрДУЗТ)*

#### УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ ДИРЕКЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УМОВАХ ПРОСУВАННЯ ВЕЛИКОВАГОВИХ ПОЇЗДІВ

Сучасні умови функціонування залізничного транспорту України характеризуються постійною зміною структури та обсягів вантажо- та поїздопотоків на більшості залізничних дільниць. Провізну і пропускну спроможності лінії можна збільшити за рахунок підвищення маси поїзда та збільшення розмірів руху. В зв'язку з цим зростає актуальність проблеми вибору раціональних параметрів маси та довжини поїздів з метою зменшення експлуатаційних витрат залізниці [1].

Для визначення техніко-економічних характеристик способів збільшення пропускну та провізної спроможностей лінії умовно розрізняють заходи які поділені на 2 групи. До першої групи відносяться заходи які направлені на збільшення маси поїздів, до другої - групи заходи, які направлені на збільшення кількості поїздів [1].

Друга група заходів не є рішенням в сучасних умовах, тому що на сьогодні стан локомотивного парку та парк локомотивів, що експлуатується, є

незадовільним для виконання обсягів перевезень. Тому перша група заходів що направлена на збільшення середньої маси вантажних поїздів, шляхом формування поїздів з двома локомотивам або з підштовхуванням, об'єднаними в голові поїзда по системі «кратної тяги», є в певних умовах економічно вигідною.

В останні роки на дільницях Дніпровської дирекції спостерігається стабільне підвищення маси і довжини поїздів, за рахунок застосування технології роботи об'єднаним локомотивних парком. Полігон Дніпровської дирекції має ряд складних ділянок з кривими малого радіусу, що вимагає застосування розподіленої подвійної тяги у зв'язку з технічним станом існуючого тягового рухомого складу.

Зростання маси і довжини поїздів загострило проблему в сумарних витратах, пов'язаних з організацією та пропуском вантажних поїздів. У витратній ставці на 1 поїздо.км, що використовують при їх розрахунках, витрати на електроенергію складають приблизно 50% і підлягають більш точному визначенню.

В більшості досліджень з питань розрахунку витрат електроенергії на тягу поїздів використовують питомі витрати електроенергії, що залежать від ряду параметрів і, зокрема, маси і швидкості поїзда. Однак, для підвищення точності виконання практичних розрахунків при визначенні питомих витрат електроенергії на тягу поїздів необхідно враховувати ще ряд параметрів, таких як профіль дільниці і рекуперація електроенергії [2].

Тому було запропоновано класифікувати дільниці за типом профілю, де виділені чотири типи профілю: рівнинний; горбистий; холмисто-гірський; гірський. За результатами розрахунків для кожної дільниці побудовані залежності питомих витрат електроенергії від маси поїзда. Аналіз побудованих графіків показав, що питомі витрати електроенергії істотно залежать від профілю дільниці. Різниця між питомими витратами на рівнинному профілі і горбисто-гірському може становити при веденні поїздів за системою «кратної тяги» або підштовхування до 37% від питомих витрат на рівнинному профілі.

Дослідження показали, що економія витрат від відправлення поїздів за системою «кратної тяги» або підштовхування з масами, що знаходяться в межах оптимальної зони застосування «кратної тяги» помітно зростає зі збільшенням відстані переміщення і добової потужності призначення. Тому дуже важливо на практиці дотримуватися принципу раціоналізації маси складу при формуванні та відправленні поїздів потужних призначень на великі відстані [3].

#### Список використаних джерел

- 1 Козаченко Д. М. Пропускна та провізна спроможність залізниць : навч. посіб. для студентів

- ВНЗ / Д. М. Козаченко, О. Ю. Папахов, Н. О. Логвінова; Дніпропетр. нац. ун-т заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпро, 2017. – 108 с.
- 2 Мугинштейн Л. А. Комплексные испытания вождения поездов массой до 6000 т на направлениях Хабаровск – Находка–Владивосток: Отчет НИР / Л. А. Мугинштейн, В. И. Рахманинов. – М.: ВНИИЖТ, 2002. – 72 с.
  - 3 Управління експлуатаційною роботою. Графік руху поїздів: навч. посібник / А. В. Прохорченко, О. А. Малахова, Г. М. Сіконенко та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2021. – 262 с., рис. 94, табл. 14.

*Змій С. О., к.т.н., доцент,  
Кошевий С. В., к.т.н., доцент,  
Мороз В. П., к.т.н., доцент,  
Сосунов О. О., к.т.н., доцент  
(УкрДУЗТ)*

### **ПРОБЛЕМА ВИЗНАЧЕННЯ ДОСТОВІРНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕМЕНТІВ ТА СКЛАДОВИХ ТРК ДЛЯ ВЕДЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ РОЗРАХУНКІВ РЕГУЛЮВАЛЬНИХ ТАБЛИЦЬ**

Одними із найпоширеніших технічних засобів контролю стану колійних ділянок в перегінних або станційних системах керування рухом поїздів є рейкові кола (РК). У діалектичному розвитку теорії РК з її практичними напрацюваннями схемо-технічних рішень для вирішення задач, які покладалися на РК у всіх режимах їх функціонування, для передачі сигнальної інформації, залежно від призначення РК та умов їх функціонування, використовувалася частота-носій 50 або 25 Гц. Відповідно до таких робочих частот-носіїв розроблялися конструкція, підбиралися матеріали, розраховувалися електричні параметри апаратури живильних та приймальних кінців РК, що через рейкову лінію утворювали тракт передачі кодових сигналів від джерела живлення до колійного приймача. РК, що функціонують на названих вище частотах-носіях, прийнято називати «класичними».

На теперішній час відповідно до умов експлуатації, підвищення вимог функціональної безпеки та ряду позитивних факторів (функціонування при зниженому опорі ізоляції рейкової лінії, відсутність ізолюючих стиків із спрощеною каналізацією зворотного тягового струму, зміцненням колії та ін.) найбільш перспективними вважаються тональні РК (ТРК).

На залізницях України в системах керування рухом поїздів наряду з класичними РК використовують ТРК третього типу з п'ятьма робочими частотами-носіями в межах 420 – 780 Гц. Відповідно до частот-носіїв розроблені спеціальні прилади – колійні генератори,

фільтри та приймачі. Але в утворюваному в ТРК тракті передачі використовуються складові та пристрої, електричні параметри і режими роботи яких розраховувалися під робочі частоти класичних РК (пристрої узгодження та захисту, заземлення приколійних об'єктів на рейки та вирівнювання в ходових рейках асиметрії зворотного тягового струму, його відведення на тягову підстанцію та ін.).

З використанням в ТРК приладів, що розроблялися для класичних РК («дісталися» ТРК у спадок від низькочастотних РК), виникає гостра проблема у визначенні електричних параметрів цих приладів на робочих частотах ТРК. Виробники таких приладів у технічній документації необхідні електричні параметри або не вказують взагалі, або дані різних виробників на один і той же прилад дуже різняться, є суперечливими між собою.

З урахуванням складних умов функціонування ТРК (кліматичних та механічних дестабілізуючих чинників, електромагнітної сумісності, механічного та хімічного забруднення ізоляції рейкової лінії та т.і.), суперечливих між собою режимів функціонування, ТРК потребують періодичного контролю та сезонного регулювання. Актуальним стає питання автоматизації розрахунків регулювальних таблиць ТРК. Для проведення таких розрахунків відповідно до призначення, умов експлуатації, конфігурації ТРК та його принципової електричної схеми повинна складатися відповідна розрахункова електрична схема заміщення ТРК. Саме для цього необхідні дійсні частото-залежні електричні параметри приладів та складових ТРК, за якими можуть бути розраховані їх А-параметри для частот-носіїв ТРК.

За проведеними в метрологічних лабораторіях вимірюваннями електричних параметрів пристроїв, які розроблялися для класичних РК, у діапазоні використовуваних частот тональних РК, виявилось наступне:

- при вимірюванні електричних параметрів одного й того ж пристрою (наприклад, трансформатора у складі фільтра ФПУ, вирівнюючого трансформатора УТЗ) різними вимірювальними приладами результати вимірювань різняться;

- при вимірюванні електричних параметрів пристрою одним вимірювальним приладом на різних межах вимірювання результати вимірювань також різняться.

Тобто, на результати вимірювань можуть впливати амплітуда сигналу з виходу вимірювального приладу (утворювана при цьому площа гістерезисної петлі при перемагнічуванні магнітопроводу з наслідками втрат на вихрові струми та перемагнічування в магнітопроводах з відносно невисокою якістю використовуваних електротехнічних матеріалів та широкими конструктивними допусками при виготовленні), обрана вимірювальна схема заміщення

досліджуваного пристрою, можливі виникаючі резонансні та ферорезонансні явища (у вказаних вище ФПУ та УТЗ використовують трансформатори з феромагнітним осердям та конденсатори).

Можна уявити, якими будуть результати вимірювань кількох партій пристрою різних виробників різними вимірювальними приладами за різними методами та умовами вимірювань.

Прикладом для підтвердження наведених суджень є підхід у роботі з ТРК ТОВ НВП «Імпульс» м. Северодонецьк. Спеціалісти підприємства проводять безпосередньо на конкретній станції вимірювання електричних параметрів кабельної продукції та пристроїв не власного виробництва, які будуть використані в їхніх ТРК, і тому розраховані ними регульовальні таблиці відповідають дійсності.

Наявність достовірних значень електричних параметрів окремих пристроїв ТРК дозволить не проводити індивідуальні вимірювання з виїздом на об'єкт автоматизації, а сформувати базу даних та розробити класифікатор ТРК з розрахунковими електричними схемами заміщення для подальшого ведення автоматизованих розрахунків їх регульовальних таблиць на ПЕОМ.

Тому споживачам та виробникам пристроїв, що використовуються в ТРК, для якісного та ефективного поточного утримання, профілактичного обслуговування та регулювання ТРК, необхідно визначитися зі змістом технічної документації на пристрої, переліком електричних параметрів, які повинні вноситься до цієї документації, за яких умов і яким способом ці параметри отримані (прямі вимірювання або опосередковані, тип вимірювальних приладів, схема вимірювань, межі вимірювань, при яких отримані вимірювані параметри).

Виробники повинні в своїй технічній документації надавати всі необхідні достовірні значення електричних параметрів для подальшого визначення власних та третинних параметрів пристроїв та апаратури ТРК, а замовники продукції, що використовується в ТРК, вносити ці вимоги до умов проведення тендерних торгів для унеможливлення визначення переможцем торгів постачальника з неналежно оформленою технічною документацією.

#### Список використаних джерел

1. Кулик П.Д., Ивакин Н.С., Удовиков А.А. Тональные рельсовые цепи в системах ЖАТ: построение, регулировка, обслуживание, поиск и устранение неисправностей, повышение эксплуатационной надежности. – К.: ИД “Мануфактура”, 2004. – 288 с.
2. Сороко В.И., Милуков В.А. Аппаратура железнодорожной автоматики и телемеханики: Справочник: в 2 кн. – 3-е изд. – М.: НПФ «Планета», 2000.

*Шелехань Г. І., к.т.н., доцент,  
Дашевський А. О., магістр  
(УкрДУЗТ)*

УДК 656.213

### СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ПРИПОРТОВИХ ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ

Експорт товарів є одним з основних джерел наповнення державного бюджету України і становить близько третини валового внутрішнього продукту країни [1]. Частка експорту, що припадає на морські порти, складає понад 60 % від загальних експортних обсягів. Водночас до 70 % вантажів, що переробляються морськими портами, транспортуються до них залізницею. В умовах постійного збільшення обсягів сировинного експорту через морські порти України постає проблема невідповідності переробної спроможності припортових залізничних станцій переробній спроможності портів. Така диспропорція призводить до погіршення експлуатаційних показників (насамперед, до збільшення обігу вантажного вагона) та зростання собівартості перевезень.

Окремо виділяють проблему взаємодії державного монопольного сектору ринку залізничних перевезень з конкурентним сектором морських портів. Історично зумовлені особливості функціонування залізничної інфраструктури України суттєво погіршують перспективи нарощування експорту товарів через морські порти. Фактично неререформована з 1990-х років галузь залізничних перевезень потерпає від нестачі інвестицій – через це фізичний знос основних фондів та рухомого складу залізничні сягає 90 %. З іншого боку, спостерігається збільшення інвестицій у розвиток портової інфраструктури України: будівництво нових причалів, спорудження сучасних зернових та контейнерних терміналів. Приватні залізничні припортові станції (наприклад, вантажна станція Хімична), у протигагу до магістральних, активно розвивають інфраструктуру, збільшують парк тягового рухомого складу та розбудовують колійний розвиток. Внаслідок цього саме магістральна залізнична інфраструктура значно знижує пропускну спроможність у системі «залізниця – порт». Рішенням цієї проблеми може стати розвиток приватно-державного партнерства, залучення приватних інвестицій, реформування законодавства та зміна структури тарифу залізниць.

Зростання обсягів перевезень вантажів із використанням мультимодальних технологій також стає викликом для стійкої взаємодії залізничного транспорту із морськими портами. У 2019-2020 роках українські порти збільшили обсяги переробки контейнерів на 20 %. Реагуючи на зростання попиту, порти розвивають контейнерні термінали і їхню

інфраструктуру, постійно збільшуючи технічні можливості, тоді як потужності припортових залізничних станцій значно менші і не відповідають наявній потребі для сучасних обсягів перевезень.

Значну частку в загальному обсязі експорту України становлять зернові вантажі. Через морські порти здійснюється 97 % від загального експорту зернових, тоді як приблизно 70 % зернових доставляється у порти залізничним транспортом. Проте низькою залишається ефективність перевезення зернових вантажів залізницею, зокрема, через дефіцит вагонів-зерновозів, зношеність рухомого складу та неефективність виконання вантажних операцій з вагонами.

Альтернативою перевезенню у вагонах-зерновозах є транспортування зернових у спеціалізованих та універсальних контейнерах. Перевагами такого способу доставки є зручність перевантаження з одного виду транспорту на інший, забезпечення більшої схоронності вантажу при перевезенні, можливість відправлення зерна невеликими партіями. Крім того, при перевезенні зерна у контейнерах досягається економія у порівнянні із перевезенням у вагонах-зерновозах. До того ж, виробництво нових фітінгових платформ є значно дешевшим у порівнянні з виробництвом вагонів-зерновозів. Однак, існують і недоліки перевезення зернових вантажів у контейнерах: по-перше, не всі елеватори мають можливість проводити завантаження в контейнери; по-друге, контейнерні перевезення переважно підходять для немасових культур і невеликих партій зерна.

Робота з переробки вантажів у морському порту тісно пов'язана із проведенням митних операцій. Водночас неефективна технологія митного оформлення призводить до значних затримок вантажів. Збільшити пропускну спроможність морських портів у взаємодії із припортовими залізничними станціями можна шляхом удосконалення організації митних операцій – завдяки впровадженню сучасних технологій митного оформлення та контролю, реконструкції портової інфраструктури.

Отже, можна резюмувати, що розвиток залізничних припортових станцій і морських портів відбувався нерівномірно. Переорієнтація портів на роботу із сировинними вантажами зі значною перевагою експортного сполучення зумовила надходження великих обсягів приватних інвестицій, що дозволили пришвидшити розвиток портової інфраструктури. З іншого боку, залізнична інфраструктура залишається малоприсадибною для сучасних потреб. Через значну диспропорцію у переробній спроможності залізниць і морських портів необхідною є модернізація припортової залізничної інфраструктури. Дана проблема досі залишається відкритою і потребує детального аналізу. Покращення показників роботи припортових залізничних станцій

можна досягти шляхом залучення приватних інвестицій, розвитку приватно-державного партнерства, модернізації припортових станцій для можливості здійснення мультимодальних перевезень та реформування законодавства.

#### Список використаних джерел

1. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>

*Сытник Б. Т., к.т.н., доцент,  
Брыксин В. О., к.т.н., доцент,  
Сытник В. В., магистрант,  
Ломотько Д. В., д.т.н., професор,  
Давидов И. В., аспирант  
(УкрГУЖТ)*

УДК 004.2

### СТРУКТУРА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НЕЧЕТКОГО ЗАДАНИЯ ГРАФИКА СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОДВИЖНОГО ОБЪЕКТА С ЕЕ КОРЕКЦИЕЙ ПО ФАКТИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ ПРОЕЗДА

**Введение.** Объектом исследования и проектирования являются системы автоматического управления рельсовым высокоскоростным транспортом.

Эти системы должны решать такие задачи автоматического оперативно-диспетчерского управления:

- сбор и обработку информации о состоянии полигонов железных дорог и размещении подвижного объекта (ПО);

- ведение графиков движения поездов;

- координацию работы отдельных диспетчерских кругов и полигонов железных дорог;

- документирование данных и действий оперативно-диспетчерского персонала.

Основными недостатками существующих диспетчерских подсистем для реализации автоматического оперативно-диспетчерского управления являются:

- отсутствие интеграции с контурами управления нижнего уровня иерархии;

- не решаются задача прогнозирования развития текущих ситуаций;

- значительная зависимость эффективности управления от субъективных и ограниченных физиологическими характеристиками качеств машинистов и диспетчеров.

**Обзор и анализ.** В [1, 2] представлен краткий обзор развития высокоскоростного магистрального (ВСМ) железнодорожного движения в мире за последние год, приведены сведения о ВСМ и истории создания высокоскоростного подвижного состава других стран Европы

В основу обзора положено устоявшееся представление о том, что высокоскоростным считается движение поездов по модернизированным путям существующих линий со скоростями от 200 км/ч до 350 км/ч.

На конгрессе EurailSpeed 2005 и выставке в Милане компания Bombardier Transportation представила в виде макетов, моделей и виртуальных презентаций, проект перспективного высокоскоростного поезда Zefiro с распределенной тягой, рассчитанного на максимальную скорость 350 км/ч.

Высокоскоростные магистрали, по которым за 40 с небольшим лет перевезено более 6 млрд. пассажиров, до настоящего времени остаются абсолютно безопасными. При поездке по ВСМ не погиб ни один пассажир.

**Постановка задачи синтеза системы автоматического управления движением высокоскоростных поездов.** Одним из основных требований к системам автоматического управления движением является обеспечение вывода поезда на заданную скорость при минимальном расходе энергоресурсов или за минимальное время при соблюдении ограничений, предусмотренных графиком движения, конструктивными и эксплуатационными требованиями, предъявляемыми к системам автоматического управления, энергетическому оборудованию и др.

Решение задачи разработки системы автоматического управления (САУ) движением поезда целесообразно осуществлять с учетом обеспечения заданного критерия качества (гарантированной степени устойчивости).

На основную систему управления возлагаются функции управления движением поезда. Значение скорости на  $i$ -ом участке пути может быть задано автоматически по карте графика движения поезда по участку проезда и по сигналам системы АЛСН, а значение предельно-допустимого ускорения - в пределах от  $\pm 0,4 \text{ м/с}^2$  до  $\pm 0,7 \text{ м/с}^2$ . Имея карту (график) движения, можно синтезировать управления для отдельных участков движения.

Для реализации заданного графика движения [3] гарантированной точности на участке проезда необходима автоматическая коррекция отклонений текущей скорости от заданной графиком на нижнем уровне управления с помощью цифровых адаптивных ПИ- или нечетких регуляторов. Автоматизация такой процедуры повысит эффективность автоматического

управления подвижным объектом (ПО) и в значительной мере устранил субъективный человеческий фактор. В настоящее время автоматически осуществляется только экстренное торможение. Перспективные системы АЛС способны выдавать бесконечное число градаций, однако по-прежнему в этой цепочке, как передаточное и крайне ненадежное звено находится человек. Исключение человека из цепи управления путем создания автомашиниста, обеспечит непосредственное взаимодействие трех систем СЦБ, автомашинист, локомотив. Для эффективного автоматического управления скоростью ПО перспективные подсистемы среднего уровня СУРВТ должны иметь развитую базу данных, часть которой дублирована в бортовом компьютере ПО контура управления. Такая база данных должна включать: цифровую карту сети железных дорог; цифровое описание планов станций; цифровые данные о верхнем строении и состоянии (нечеткая информация) рельсового пути; спутниковую дислокацию подвижных единиц (приблизительная); дислокацию, которая определяется по электронным пикетам (точная); скорость, которая рекомендуется диспетчерскими подсистемами на основе распределения ПО в результате слежения за перевозками; рекомендованные графики движения поездов; массу (вес) поездов, которая определяется массоизмерителями.

Наличие указанной базы данных, позволяет прогнозировать такие преимущества перспективных СУРВТ: на основе использования повышенной скорости ПО сократить парк вагонов и локомотивов; повысить стабильность графиков движения, например пассажирских перевозок с 92 до 95 %; за счет повышения стабильности поддержания графиков движения уменьшить количество непредусмотренных остановок, нерациональных задержек поездов всех категорий на участках железных дорог.

Рассмотрена структура предлагаемой модели системы нечеткого задания скорости  $V_o(s)$  с коррекцией ошибки регулирования скорости по фактическим параметрам следования.

Сформулированы основные требования к модели системы автоматического управления поездом с нечетким заданием скорости движения и ее коррекцией на участках проезда

Предложена структура модели системы нечеткого задания скорости  $V_o(s)$  с коррекцией ошибки регулирования скорости по фактическим параметрам следования

Построен исходный вариант нелинейного графика изменения заданной скорости  $V_o(S)=f(S)$  движения ПО для различных режимов следования



**Список использованной литературы**

1. Корниенко В.В. Высокоскоростной электрический транспорт. Мировой опыт / В.В. Корниенко, В.И. Омеляненко. – Х.: НТУ «ХПИ», 2007. 159 с.
2. Краткий обзор истории европейских высокоскоростных поездов. Часть 2 //Железные дороги мира. – 2006, № 01 <https://zdmira.com/archive/2006/01>
3. В. Sytnik. CONSTRUCTION OF AN ANALYTICAL METHOD FOR LIMITING THE COMPLEXITY OF NEURAL-FUZZY MODELS WITH GUARANTEED ACCURACY / В. Sytnik, V. Bryksin, S. Yatsko, Y. Vashchenko // Международный наукометрический научный журнал "Восточно-Европейский журнал передовых технологий", ISSN 1729-4061 (Online), ISSN 1729-3774. - VOL 2, NO 4 (98) (2019), p.8-13.

*Сіконенко Г. М., к.т.н., доцент,  
Калиновська О. О., магістрант  
(УкрДУЗТ)*

### УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ БАГАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ

Організація перевезень пасажирів, пошти, багажу та вантажобагажу є одним із основних напрямків надання транспортних послуг залізницями згідно Статуту. Слід визнати, що на сьогодні багажні перевезення залізничним транспортом знаходяться у занепаді. Основними причинами є: складність, тривалість, обмеження по дислокації при оформленні замовлення на перевезення залізничним транспортом; мала гнучкість тарифної політики; недоліки у системі обслуговування; неконкурентоспроможний час доставки. Необхідно визнати, що вказані недоліки притаманні й вантажним перевезенням, що відштовхнуло значну частину вантажовідправників, фактично залишивши на залізниці лише масові перевезення.

Умови транспортного ринку диктують потребу у формуванні принципово нових підходів до перевезення багажу, які спрямовані на спрощення оформлення, підвищення швидкості доставки, реалізація принципу «від дверей до дверей». Згідно з існуючою технологією перевезення передбачає узгодження і накопичення багажу для відправки. Таким чином вантаж «підлаштовується» під вагон, а в умовах транспортного ринку повинно бути навпаки. Пропонується перехід до вільного продажу завчасно передбачених багажних місць. Аналіз світового досвіду свідчить про перспективність даного напрямку; у роботі використано досвід організації швидкісних контейнерних поїздів Parcel Intercity (Німеччина).

Однією із пріоритетних задач в зазначених умовах є підвищення зручності та якості роботи з клієнтами. Впровадження автоматизованої системи по продажу через мережу Internet послуги перевезення багажу дозволить привернути увагу не лише крупних компаній а й приватних осіб. Автоматизована система повинна надавати інформацію про наявність місць, їх характеристики, строк прибуття на станцію призначення, строк доставки адресату. Реалізація принципу «від дверей до дверей» передбачає доставку автотранспортом залізниці або компанії, що надають відповідні послуги.

У загальному вигляді оцінити доцільність організації багажних перевезень в умовах продажу багажних місць можливо на основі прибутку від всіх видів транспортної діяльності:

$$F = \sum P_i \Rightarrow \max, \quad (1)$$

де  $P_i$  – прибуток від  $i$ -того роду діяльності (перевезення залізницею, доставлення автотранспортом, супутні термінально-складські операції, тощо).

При наступних обмеженнях:

$$\begin{cases} C_{\text{пер}} \leq C_{\text{авт}}; \\ C_{\text{дост}} \leq C_{\text{к дост}}; \\ C_{\text{скл}} \leq C_{\text{к скл}}; \\ m \leq m_{\text{max}}. \end{cases} \quad (2)$$

де  $C_{\text{пер}}$  – загальна вартість перевезення вантажу по запропонованій технології, грн;

$C_{\text{авт}}$  – загальна вартість магістрального перевезення вантажу автотранспортом, грн;

$C_{\text{дост}}, C_{\text{к дост}}$  – відповідно тариф на доставку вантажу від залізниці до клієнта власним автотранспортом та автотранспортом конкуруючих організацій, грн;

$C_{\text{скл}}, C_{\text{к скл}}$  – відповідно тариф на основні термінально-складські послуги залізниці та конкурентів, грн;

$C_{\text{доп}}, C_{\text{к доп}}$  – відповідно тариф на додаткові логістичні послуги, що надаються залізницею та конкурентами, грн;

$m, m_{\text{max}}$  – відповідно кількість вагонів у составі з урахуванням поштових, багажних вагонів та максимальна припустима кількість вагонів.

Реалізація запропонованої методики дозволить організувати перевезення багажу ритмічно, прогнозовано, швидко, більш легко, з ефективною

інформативною підтримкою. Це значно підвищить конкурентоспроможність залізничного транспорту, дозволить залучити нових клієнтів, повернути масові перевезення пошти та багажу з автомобільного транспорту.

*Індик С.В., к.т.н., старший викладач,  
Лисечко В.П., к.т.н., доцент;  
(Український державний університет  
залізничного транспорту)*

УДК 621.391

### **ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ СМУГИ ФІЛЬТРАЦІЇ СКЛАДНИХ СИГНАЛІВ, ОТРИМАНИХ ЗА РАХУНОК МЕТОДУ СМУГОВОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ З ПЕРЕСТАНОВКАМИ**

Розвиток систем радіозв'язку на основі множинного доступу сприяє зростанню швидкості передачі інформації, впровадженню новітніх послуг та підвищенню енергоефективності систем. Подальше зростання кількості одночасно обслуговуваних користувачів неможливе з точки зору розширення спектру, так як сучасні системи радіозв'язку вже використовують весь його потенціал. Тому для подальшого розвитку доцільним є розробка нових сигнально-кодових конструкцій.

При застосуванні запропонованого методу смугової фільтрації з перестановками [1] були сформовані ансамблі складних сигналів на основі послідовностей з покращеними взаємокореляційними властивостями, які відрізняються значним збільшенням об'єму сигналів та меншими значеннями максимальних викидів бічних пелюсток функції взаємної кореляції, порівняно з ансамблями сигналів на основі відомих методів. Використання таких ансамблів складних сигналів дозволяє збільшити кількість одночасно обслуговуваних абонентів та підвищити якість обслуговування користувачів радіомереж.

У роботі було проведено дослідження впливу величини ширини смугової фільтрації на формування ансамбля складних сигналів з покращеними взаємокореляційними характеристиками. Було виявлено, що для запропонованих у експерименті умов оптимальним значенням смугової фільтрації є діапазон 300 – 350 кГц. При застосуванні смугової фільтрації такої ширини відбувається формування ансамблів складних сигналів з об'ємом, який перевищує потреби сучасних систем. Проведення взаємокореляційного аналізу, що включає розрахунок значень максимальних викидів бічних пелюсток функції взаємної кореляції, доводить відповідність отриманих сигналів до сигналів з мінімальною подобою, при застосуванні яких рівні

завад множинного доступу значно менші ніж рівні, що виникають при передачі за допомогою відомих сигналів.

Таким чином визначення оптимальної смугової фільтрації дозволяє значно спростити процес вибірки сигналів для формування ансамблів за методом смугової фільтрації з перестановками, забезпечити достатній об'єм сигналів для сучасних радіосистем та підвищити якісні показники зв'язку.

#### **Список використаних джерел**

1. Індик С. В., Лисечко В. П. Метод формування ансамблів складних сигналів за рахунок аналізу частотної вибірки смуг спектра псевдовипадкових послідовностей з малою енергетичною взаємодією. Застосування Сухопутних військ Збройних Сил України у конфліктах сучасності: тези доповідей Всеукр. наук.-практ. конф., (Львів, 20 листопада 2020 р.). Львів: НАСВ. 2020. С. 154-155.
2. Ipatov V. P. Spread spectrum and CDMA: Principles and applications. Chichester: John Wiley & Sons. 2005. 385 p. DOI:10.1002/0470091800.
3. Pandit Sh., Singh G. Spectrum sharing in cognitive radio networks. Solan: Springer. 2017. 426 p. DOI:10.1007/9783319531472.

*Панченко В. В., канд. техн. наук  
(Український державний університет  
залізничного транспорту)*

УДК 629.423

### **ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ANSYS ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ**

Експлуатація тягового рухомого складу залізниць України в сучасних умовах характеризується наявністю суттєвих додаткових витрат, що пов'язані з позаплановими ремонтами, зокрема тягових електродвигунів (ТЕД). Причин такого явища може бути кілька – це й суттєва несиметрія мережі живлення, пробої ізоляції обмоток, обриви фаз, нерівномірність навантаження тягового обладнання та інші (1).

Підвищення терміну служби ТЕД, а отже і підвищення терміну їх служби нерозривно пов'язане із запобіганням появи аварійних режимів роботи.

На сьогодні існує кілька програмних комплексів за допомогою яких можна змоделювати тягові електричні машини та дослідити режими їх роботи. Серед таких можна виділити Matlab та FEMM, які мають вбудовані моделі електричних машин та дозволяють виконати синтез ТЕД за допомогою математичної моделі (2). Однак, наблизити модель до реальних умов

експлуатації максимально врахувавши всі конструктивні та електричні параметри можна в програмному комплексі Ansys.

Програмний комплекс Ansys дозволяє виконувати розрахунки на динаміку і міцність, розрахунки систем охолодження, моделювання електромагнітних явищ постійного та змінного струмів, нестационарних електромагнітних процесів, теплові розрахунки, багатокритеріальну оптимізацію та інше (3).

Перевірка ефективності застосування новітніх технологій в Ansys Maxwell, Ansys Electronics Desktop та Ansys Motor-CAD на етапі проектування електричної машини дозволяє з високим ступенем адекватності експериментувати з конструкцією та параметрами в обхід створення реальних макетів ТЕД.

### Список використаних джерел

1. Вовк О. Ю., Квітка С. О., Дідур В. А. Вплив відхилення живлячої напруги на ресурс ізоляції асинхронних електродвигунів поточкових технологічних ліній. Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь, 2019. Вип. 9, т. 2. doi: 10.31388/2220-8674-2019-1-25.
2. Моделювання електромеханічних систем. Математичне моделювання систем асинхронного електроприводу: навч. посібник / О. І. Толочко. – Київ, НТУУ «КПІ», 2016. – 150 с. Іл.
3. Jannati M., Idris N.R.N., Salam Z., (2012), A New Method for Modeling and Vector Control of Unbalanced Induction Motors, Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE), 2012 IEEE, pp. 3625 – 3632. doi: 10.1109/ECCE.2012.6342483

*Каргін А. О., д.т.н., професор,  
Сілін Є. Л., аспірант (УкрДУЗТ)*

### ПРОТОТИП РОЗУМНОЇ МАШИНИ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТІВ З МОДЕЛЮ КОРОТКОЧАСНОЇ ПАМ'ЯТІ

Значне місце серед додатків автономних мобільних систем займають розумні машини, в яких прийняття рішень вимагає попередньої класифікації потоку подій в реальному часі. Прикладами таких додатків є логістика та управління міським трафіком. У першому випадку розглядається доставка вантажів в умовах недетермінованого оточення, коли на будь-якому етапі реалізації плану доставки можуть виникнути заздалегідь непередбачені події. Для прийняття рішення потрібно знати історію процесу, що мала місце на момент прийняття рішення. Аналогічна проблема виникає при управлінні логістикою автоматизованого складу при непередбачених збоях. Від порядку, в якому були раніше завантажені

контейнери, залежить подальша логістика їх доставки. Управління розумним світлофором в штатній і екстремальній ситуаціях потребує знань про попередні події. Без даних про те, які були перед цим сигнали і яка динаміка (потік подій) наповнення черги автомобілів і пішоходів неможливо прийняти раціональне рішення про переключення сигналу. Основна проблема, що виникає при створенні систем управління в цих випадках полягає в класифікації потоку подій в реальному часі [1, 2]. Особливість потоку подій полягає в тому, що дані, що надходять від датчиків швидко застарівають і це впливає на впевненість у прийнятті рішень. Модель короткочасної пам'яті, запропонована в роботі [3], дозволяє врахувати ефект старіння даних з часом. Пропонується використовувати дану модель в системах управління розумними машинами. Для підтвердження можливості такої реалізації необхідне проведення натурних експериментів з вказаною моделлю.

У доповіді розглядається прототип розумної машини, система управління якої, як компонент, містить короткочасну пам'ять, засновану на зазначеній вище моделі. Прототип реалізований у вигляді колісного робота, показано на рис. 1.

Структурна схема апаратної реалізації системи управління приведена на рис. 2.

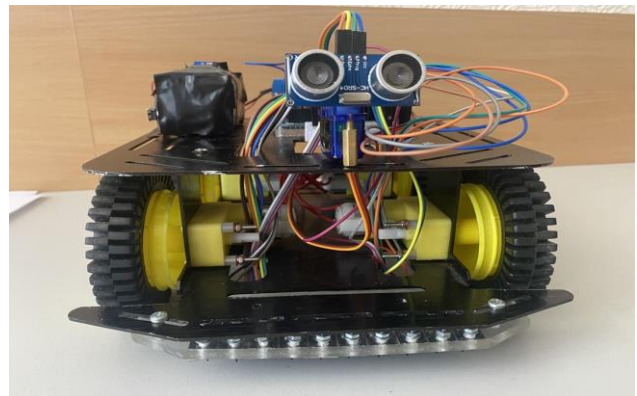


Рис. 1.

Знизу робота підключається в один ряд десять датчиків відображення KY-033 до Arduino Mega. Датчик має кут огляду 35°, висота до підлоги становить 10 мм. Зверху робота розташований сервопривід SG90. Сервопривід має кут повороту на 180°. На сервопривід встановлений ультразвуковий датчик HC-SR04, датчик має оглядовий кут 15°. Разом ультразвуковий датчик на сервоприводі має оглядовий кут 195°. Підключення ультразвукового датчика та сервоприводу до мікроконтролера показано на рис. 2.

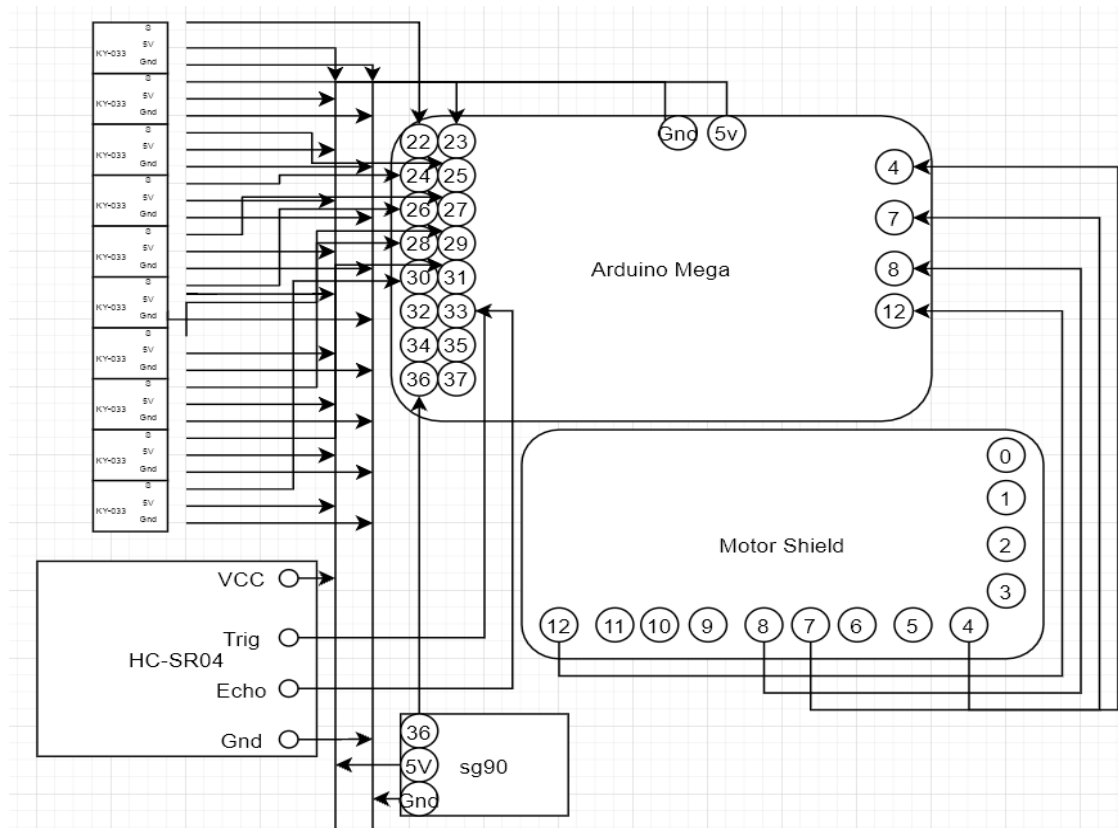


Рис. 2.

### Список використаних джерел

1. A. Kargin, T. Petrenko, "Spatio-Temporal Data Interpretation Based on Perceptual Model," in *Advances in Spatio-Temporal Segmentation of Visual Data. Studies in Computational Intelligence*, V. Mashtalir, I. Ruban, V. Levashenko, Eds., vol. 876, Springer, Cham, 2020, pp. 101-159.
2. A. Kargin, O. Ivaniuk, G. Galych, A. Panchenko, "Polygon for smart machine application," in 2018 IEEE 9th Inter. Conf. Depend. Sys., Serv. and Technol. DESSERT'2018, Kyiv, Ukraine, May 24-27, 2018, pp. 489-494.
3. Kargin, A., Petrenko, T.: Planning and Control Method Based on Fuzzy Logic for In-telligent Machine. In: Sharonova, N. (ed.) *Proceedings of the 5th International Conference on Computational Linguistics and Intelligent Systems (COLINS 2021)*, vol. 2870, pp. 1716-1730. CEUR Workshop Proceedings, Lviv, Ukraine, (2021).

Лазарев О. В., ст. викладач (УкрДУЗТ)

УДК 656.25

### КОРОТКОСТРОКОВЕ ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ПРИБОРІВ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ НА ОСНОВІ АДАПТИВНОЇ НЕЧІТКОЇ МОДЕЛІ

Сучасна методологія технічного обслуговування орієнтована на забезпечення надійності технологічних процесів, що є критичними для діяльності залізничного транспорту. Головним принципом обслуговування є не підтримка бездоганного стану, а недопущення відхилення параметрів обладнання до критичних значень, що призводять до порушень функціонування об'єкта або системи. Максимально ефективною стратегією є інтелектуальне прогнозне обслуговування, засноване на діагностиці та контролі стану об'єкта, та проактивне, засноване на пошуку й усуненні причин можливої відмови.

Формалізувати механізми прийняття оперативних рішень по технічному обслуговуванню дозволяє короткострокове прогнозування стану обладнання, реалізоване на базі сучасних методів і засобів вимірювання значень технічних параметрів із

застосуванням теорії нечітких множин. Сучасні методи неруйнівного контролю дозволяють враховувати все різноманіття ситуацій, умов експлуатації, забезпечують оперативну обробку результатів в умовах невизначеності вхідної інформації з отриманням значень показників технічного стану об'єкта.

Рівень точності короткострокового прогнозування обмежується використанням певних механізмів формування оптимальних початкових умов і предикатних правил, що дозволяють забезпечити достовірність прогнозних оцінок моделі для керування фактичним технічним станом пристроїв залізничної автоматики. Результат також залежить від підбору інформативних параметрів контролю та методики розпізнавання передаварійних станів.

Достовірною оцінкою технічних параметрів, що визначають експлуатаційний ресурс обладнання, забезпечить максимально можливий міжремонтний строк експлуатації, дозволить підвищити якість технічного обслуговування та мінімізувати ризики.

*Музикін М. І., Нестеренко Г. І. (ДНУЗТ),  
Стрелко О. Г., Щербина Р. С. (ДУІТ)*

УДК 656.2

### **УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ШЛЯХОМ УНІФІКАЦІЇ МАСИ ВАНТАЖНИХ ПОЇЗДІВ**

В дослідженні розглянута одна з найважливіших проблем підвищення ефективності роботи залізничного транспорту за рахунок уніфікації маси вантажних поїздів. Маса поїзда – один з найважливіших показників роботи залізничного транспорту. Збільшення маси поїзда дає змогу підвищити провізну спроможність залізничних ліній, зменшення витрат палива та електроенергії, зменшення собівартості перевезень.

Маса поїзда впливає на експлуатаційні та економічні показники роботи рухомого складу. З нею пов'язані продуктивність локомотивів, напруженість роботи і відповідно ступінь зносу верхньої будови колії, інтенсивність використання потужності локомотивів і характер динамічного впливу рухомого складу на інші пристрої які забезпечують надійність і безпеку руху.

На кожному напрямку графіком руху передбачена певна норма маси поїздів, але наявне відхилення маси від цієї норми коливається в широкому діапазоні. Це можна пояснити тим, що розрахункові норми маси поїздів встановлюються з урахуванням потужності тягових засобів і профілю колії.

З фактичними масами поїздів бруutto, нетто та їх довжиною пов'язані такі важливі показники як

відношення маси нетто до маси бруutto завантаженого вагонопотоку (коефіцієнт  $\phi$ ) і погонне навантаження рухомого складу. Для виявлення характеру розподілу цих даних на одному з вантажонапружених двохколієних напрямків були зібрані статистичні дані про масу бруutto, нетто та склад по видам вагонів, відправляємих на лінію поїздів (окрім збірних, передаточних, вивізних та порожніх), окремо в парному та непарному напрямках

Правильна організація вагонопотоків є однією з основних задач експлуатаційної роботи залізничного транспорту [1]. Система організації вагонопотоків встановлює найбільш економічний шлях їх прямування, раціональне розподілення між технічними станціями сортувальної роботи по формуванню та розформуванню поїздів з навантажених та порожніх вагонів, план формування відправницьких маршрутів, а також інших поїздів з місцевих вагонопотоків.

Оптимізація системи організації вагонопотоків забезпечує:

- підвищення продуктивності вагонопотоків по сортувальним станціям і зменшення числа переробок вагонів на шляху слідування;
- прискорення доставки вантажів і просування порожніх вагонів в пункти навантаження;
- зростання продуктивності поїзних локомотивів та бригад шляхом збільшення маси та складу поїздів, що слідує без відцепки локомотивів на всьому протязі дільниць їх обертання;
- інтенсивне використання маневрових локомотивів, сортувальних пристроїв та колійного розвитку станції;
- зменшення вартості переробки вагонів та зниження собівартості перевезень.

Відомо, що потужність тягових засобів можна використовувати або на збільшення маси, або на збільшення ходової швидкості поїзда [2]. При досить різних фактичних масах поїздів і одному й тому самому типі локомотивів потужність їх може бути використано повністю, якщо кожен поїзд буде слідувати з максимальною швидкістю, яка відповідає його масі та потужності локомотива. Але і таке використання потужності тяги неможливе: у графіку руху поїзда незалежно від їх маси і тягових засобів прокладені з однією і тією ж розрахунковою ходовою швидкістю, яка визначається найменшою питомою потужністю тяги.

З приведених даних можна зробити такі висновки:

- 1). не дивлячись на широкий діапазон маси на розглядаємому напрямку середня маса бруutto стала, тобто її можна використовувати для розрахунків розмірів руху і техніко - економічних розрахунків;
- 2). з деякою умовністю можна вважати, що розподіл фактичних мас поїздів на ділянках, де немає чітко вираженого значного потоку важливих відправницьких маршрутів, наближається до нормального закону.

Маса бруutto вантажних поїздів є величиною, що пов'язана практично зі всіма показниками експлуатаційної роботи. Слід сказати, що при рівних умовах, чим більша питома потужність тяги, тим вище ходова швидкість.

В даному випадку маємо два варіанти коли є надлишок потужності локомотива та недостача потужності і потреба у кратній тязі. Після того, як обрані варіанти по кожному з них, розраховується середня ходова швидкість та витрати на тягу. Далі виконується техніко-економічні розрахунки для визначення найвигіднішого варіанту

Уніфікація норми маси на напрямку направлена на найбільш повне використання потужності тягових засобів та довжину приймально-відправних колій.

### Список використаних джерел

1. Бех П. В., Нестеренко Г. І., Музикіна С. І., Лашков О. В., Музикін М. І. Шляхи підвищення конкурентоспроможності залізничного транспорту в сучасних умовах. *Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. тр-ту*. 2015. Вип. 59. С. 25-36.
2. Музыкина Г. И. Оптимизация распределения поездопотоков на участках железнодорожного узла. *Автоматика : сборник трудов конференции*. Одесса, 2007. С. 202-204.

*Нестеренко Г. І., Музикін М. І. (ДНУЗТ),  
Попов Г. В., Біляченко М. В. (ДМУТ)*

УДК 656.1

### ДОСЛІДЖЕННЯ АВАРІЙ З ТРАНСПОРТНИМИ ОДИНИЦЯМИ З ВИКОРИСТАННЯМ РИЗИКО- ОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ

Дорожно-транспортна пригода (ДТП) розглядається як найважча відмова системи «людина-автомобіль-середовище». Система «людина-автомобіль-середовище» – це складна система щодо взаємодії технічних, біологічних чинників та проявів інтелектуальних якостей людини [1, 2].

Управління в системі «людина-автомобіль-середовище» з кожним роком стає більш складним. Прийняття правильного та виваженого рішення під час керування автомобілем вимагає врахування величезної кількості факторів, обробки значних обсягів інформації в обмежений проміжок часу. Через збільшення швидкостей руху, час, необхідний для прийняття цього рішення, неухильно зменшується.

Вплив ДТП на здоров'я можна розділити на два типи: психологічний та фізичний. У першому випадку після зіткнень може виникнути тривала психологічна травма. Ці проблеми можуть призвести до того, що ті,

хто потрапив в аварію, будуть боятися знову сідати за кермо чи користуватися автомобільним транспортом. В деяких випадках, психологічна травма може вплинути на життя людей, може викликати труднощі під час руху на роботу, до школи або вплинути на виконання сімейних обов'язків. У другому випадку низка фізичних ушкоджень, зазвичай, може бути підсумком удару тупим предметом, викликаним зіткненням – від синців і забоїв до тяжких фізичних наслідків (наприклад, паралічу) або смерті.

З 2010 по 2019 роки (за даними Національної поліції України) загалом в Україні зареєстровано 1 701 355 ДТП, у тому числі з загиблими та/або травмованими 278 073 ДТП. Кількість ДТП на дорогах України на протязі 2010-2015 рр. мала тенденцію до зменшення, а з 2015 р. спостерігається тренд до збільшення кількості ДТП.

За 2020 рік загалом в Україні зареєстровано 168 107 ДТП, у тому числі з загиблими та/або травмованими 26140 ДТП. За 2020 р. кількість всього ДТП в Україні збільшилася на 4,6 % порівняно з 2019 роком, з загиблими та/або травмованими – на 0,33 %, кількість загиблих збільшилася на 2,5 %, проте кількість травмованих зменшилась на 2,3 %.

Дослідження з використанням британських та американських звітів про зіткнення доводить, що зазвичай: 57 % аварій викликані суто чинниками водія, 27 % – сукупними факторами дороги і водія, 6 % – сукупними чинниками транспортного засобу і водія, 3% винятково факторами дороги, 3 % – сукупними чинниками дороги, водія і транспортних засобів, 2 % суто факторами транспортного засобу і 2 % сукупними чинниками дороги і транспортного засобу [1]. Видозміни транспортних засобів і доріг, як правило, більш дієві, ніж спроби змінити поведінку, за винятком певних законів, таких як обов'язкове використання пасків безпеки та мотоциклетних шоломів.

Основними чинниками виникнення ДТП є: людський фактор; швидкість руху; недотримання безпечної відстані між транспортними засобами під час руху алкоголь; фізичні порушення; похилий вік; позбавлення сну; відвернення уваги; поганий намір; проєктування доріг; дизайн та обслуговування транспортних засобів.

Дослідження в США показало, що близько 34% серйозних ДТП мали супутні чинники, пов'язані з дорогою або її оточенням. Більшість цих зіткнень також стосувалася людського фактору. Дорожній або екологічний чинники або були відзначені як ті, що вносять значний внесок в обставини аварії, або не давали можливості на виправлення. У цих обставинах звинувачують саме водія, а не дорогу; ті, хто повідомляє про зіткнення, мають звичку нехтувати людськими чинниками, такими як тонкощі проєктування та технічного обслуговування, які водій

міг не спостерігати або недостатньо прийняти до уваги під час управління транспортним засобом.

Дослідження визначили, що ретельне проектування та технічне обслуговування, з добре спроектованими перехрестями, дорожніми покриттями, пристроями контролю видимості та руху, можуть привести до значного зменшення частоти зіткнень.

Нажаль в Україні існує негласна практика зменшення причин ДТП внаслідок незадовільного стану доріг. Цей факт підтверджує статистика: да наявними даними Національної поліції України в 2019 році тільки 199 ДТП з загиблими та/або травмованими класифікували як скоєні за умов незадовільного стану доріг.

Проведене дослідження може бути основою для створення системи підтримки прийняття рішень по управлінню дорожнім рухом в кризових умовах.

#### Список використаних джерел

1. Нестеренко Г. І., Музикін М. І., Бібік С. І. Аналіз впливу людського фактору на виникнення транспортних ризиків. *Інжиніринг криз та ризиків транспортних послуг : матеріали Міжнародної науково-методичної конференції* (20.01-22.01.2021). Маріуполь, 2021. С. 299-303.
2. Нестеренко Г. І., Музикін М. І., Бібік С. І. До питання методики оцінки етапів управління ризиками на підприємствах. *Прикладні науково-технічні дослідження: матеріали V Міжнар. науково-практичної конференції* (5–7 квіт. 2021 р., м. Івано-Франківськ). Івано-Франківськ, 2021. С. 419-421.

Бутенко В. М., к.т.н., доцент,

Головко О. В., к.т.н., доцент

(УкрДУЗТ)

УДК 004.75: 519.854: 006

### ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ КОМПОНЕНТІВ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ АВТОМАТИКИ ЗІЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

**Вступ.** Сучасні системи залізничної автоматики все більше й більше нагадують розподілені обчислювальні системи з притаманними їм проблемами часткове вирішення яких опубліковане раніше [1]. Електронні компоненти комп'ютерної інженерії все більше й більше застосовуються у залізничній автоматичі. Такий перебіг подій потребує нових розрахунків надійності систем залізничної автоматики з обмеженими статистичними даними [2].

**Результати досліджень:** Розглядається напівпровідниковий аналог трійника електронного реле, яке в своїй конструкції має схемні рішення трійника й частину котушки реле зображеного на рис. 1. При експертному аналізі відмов різноманітних елементів було встановлено можливість ряду відмов, які призводять до суттєвих перетворень в схемах пристроїв.

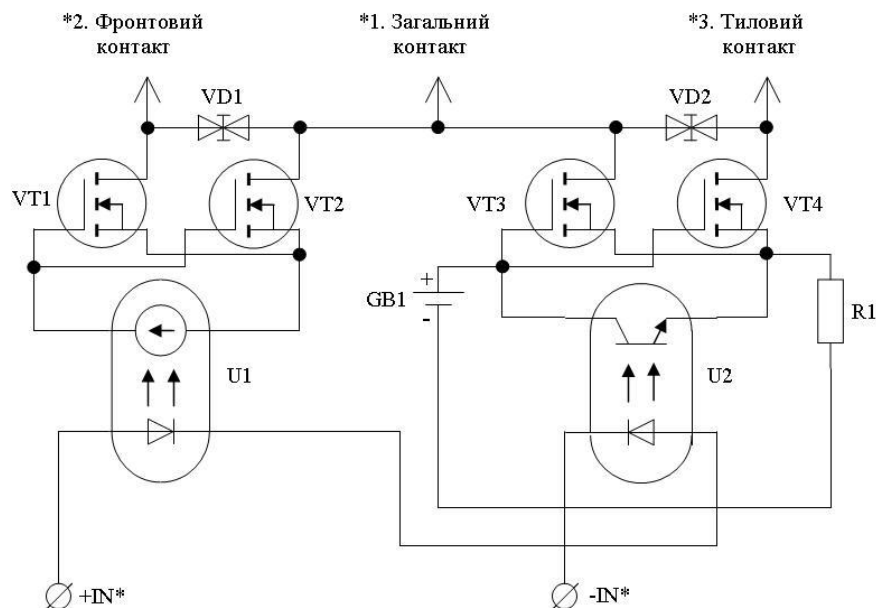


Рис. 1. Напівпровідниковий аналог трійника реле

Так застосування електронних ключів VT1-VT4 у електричних колах між контактами загальний-фронтний та загальний-тиловий обумовлене виконанням вимог до міжконтактних з'єднань. Застосування оптронів U1 та U2 реалізує гальванічне роз'єднання кіл вхідної та вихідної частини трійника. Саме наявність високочутливих компонентів – електронних діодів, дозволяє підвищити ефективність пристрою.

Однак при ретельному аналізі безпечності схемних рішень та можливих відмов встановлено, що вихід елемента живлення постійного струму GB1 призводить до невиконання вимог безпеки у відімкненому стані. А саме розімкнені контакти загальний-фронтний та загальний-тиловий, що є невідповідністю вимог до реле залізничної автоматики. Наведене схемне рішення переконливо доводить досяжність електронного трійника, однак параметри інформаційно-вимірювального кола в якому фактично контролюється /«вимірюється» струм, як аналог обмотки реле, більш чутливий, й може переключати реле з стану 0 в стан 1 у випадку наявності перешкод в декілька десятків міліампер. Отже в доповіді буде аналізуватися відхилення параметрів електронного реле від його електромагнітного прототипу.

**Висновок.** Сучасний стан розвитку електронної промисловості світу дозволяє виробляти електронні аналоги комутаційних пристроїв залізничної автоматики, однак для масового застосування таких аналогів слід проводити ретельні експериментальні дослідження з виготовленням дослідних зразків.

Аналіз схемних рішень доводить можливість досягнення принциповими схемами бажаної структури та функціонального результату. Однак параметричні співвідношення та вимоги безпеки виконуються не за усією номенклатурою комутаційних пристроїв залізничної автоматики.

#### Список використаних джерел

1. Development of method of definition maximum clique in a non-oriented graph / S. V. Listrovoy, V. M. Butenko, V. O. Bryksin, O. V. Golovko // EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – Vol. 5, № 4 (89). – P. 12 – 17. EID: 2-s2.0-85032585697 DOI: [10.15587/1729-4061.2017.111056](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.111056)
2. Determination model of the apparatus state for railway automatics with restrictive statistical data V. Moiseenko, O. Kameniev, V. Butenko, V. Gaievskiy // ICTE in Transportation and Logistics 2018 (ICTE 2018). Procedia Computer Science / Volume 149, 2019, Pages 185-194. Open access – doi.org/10.1016/j.procs.2019.01.122

*Лазарева Н. М., інженер (УкрДУЗТ)*

УДК 656.25

### МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕДІНКИ МОДУЛЯ НЕЧІТКОГО КЕРУВАННЯ У ЗАДАЧІ РЕГУЛЮВАННЯ ШВИДКОСТІ СКОЧУВАННЯ ВІДЧЕПІВ

Під час комп'ютерного моделювання руху відчепів отримана навчаюча вибірка, що складається з 24 векторів вхідних даних. Для кожного входу модуля нечіткого керування задані функції приналежності, визначені інтегральні впливаючі чинники, як згортки вхідних змінних. На основі згенерованих навчальних зразків визначені нечіткі правила глобальної об'єктної бази знань для керування швидкістю руху відчепів.

Процес формування правил у значній мірі залежить від розміщення функцій приналежності нечітких множин. При різних варіантах цих функцій база правил є різною, що чинить вплив на якість керування.

Автоматична класифікація об'єктів, заданих векторами ознак у просторі, та розділення поточних ситуацій, що складаються на гірці у реальному часі, відбувається нечітким алгоритмом Такаґі-Сугено-Канґа. Сигнал керування уповільнювачами відповідає поточній ситуації, виведеній з інформаційних гранул подій на вході з використанням створеної бази нечітких правил.

Через відсутність необхідних навчаючих даних, для деяких діапазонів  $x_i$ , що характеризують властивості об'єкта керування й середовища, правила не були створені, оскільки 24 заданих вектори не покривають усі можливі випадки. Тим не менш, сформованих правил виявляється достатньо для коректного керування скочуванням відчепів. Модель керування може допускати можливі неспівпадіння результатів нечіткого виведення з експериментальними даними.

Для забезпечення достовірних результатів необхідна параметрична ідентифікація нечіткої моделі за експериментальними даними. Підбір найкращого розміщення функцій приналежності, параметри яких адаптуються в процесі роботи з урахуванням динаміки процесу, досягається у нечіткій моделі настроюванням параметрів функцій приналежності термів, а також коефіцієнтів у висновках правил в базі знань Сугено. Це усуває необхідність гарного початкового розміщення функцій приналежності і повного апіорного знання всіх нечітких правил.



Бутенко В. М., к.т.н., доцент,  
Захаров К. А. (УкрДУЗТ)

УДК 004.75: 519.854: 006

### МОДЕРНІЗАЦІЯ РЕЛЕ В РОЗПОДІЛЕНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМАХ ТРАНСПОРТУ ЗАСОБАМИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

**Вступ.** Одним з елементів систем безпечного управління на залізниці, є управляючий елемент реле. Залежно від місця застосування і покладених функцій, такі пристрої можуть мати різні конструктивні особливості. На даний момент, все ще продовжують широко застосовуватися електромеханічні прилади, що мають відносно низьку надійність і вимагають в ході експлуатації періодичного регулювання [1, с.185].

Електронні регулятори напруги, у порівнянні з електромагнітними реле, не передбачає наявність механічних рухомих елементів. Вони мають більш високі експлуатаційні характеристики, а значить і відповідні їм показники надійності.

**Результати досліджень.** Електронне реле має в своїй конструкції ті ж самі основні функціональні елементи, що і електромеханічний пристрій, але для виконання поставлених завдань, електронний механізм, використовує напівпровідниковий діод, який практично ідеально справляється з функціями реле зворотного струму. Це, також, єдині елементи імпульсного електронного регулятора напруги, які здатні виділяти помітну кількість тепла. Реле застосовують у тих випадках, коли пристрій-виконавець для своєї роботи споживають велику силу струму (до 40 А).

Аналіз розвитку схемотехніки сучасних пристроїв залізничної автоматики в Україні й за кордоном показує, що електромагнітні реле будуть застосовуватися ще досить тривалий період часу. Але вже є деякі напрацювання з майбутнім широким використанням електронних реле в сфері залізничної автоматики, такі як реле струму [2, с. 1], двополярний ключ інформаційно-виміральної техніки [3, с. 1]. Аналог котушки у останнього більш чутливий до струму спрацювання й цим самим покращує параметри подібних пристроїв.

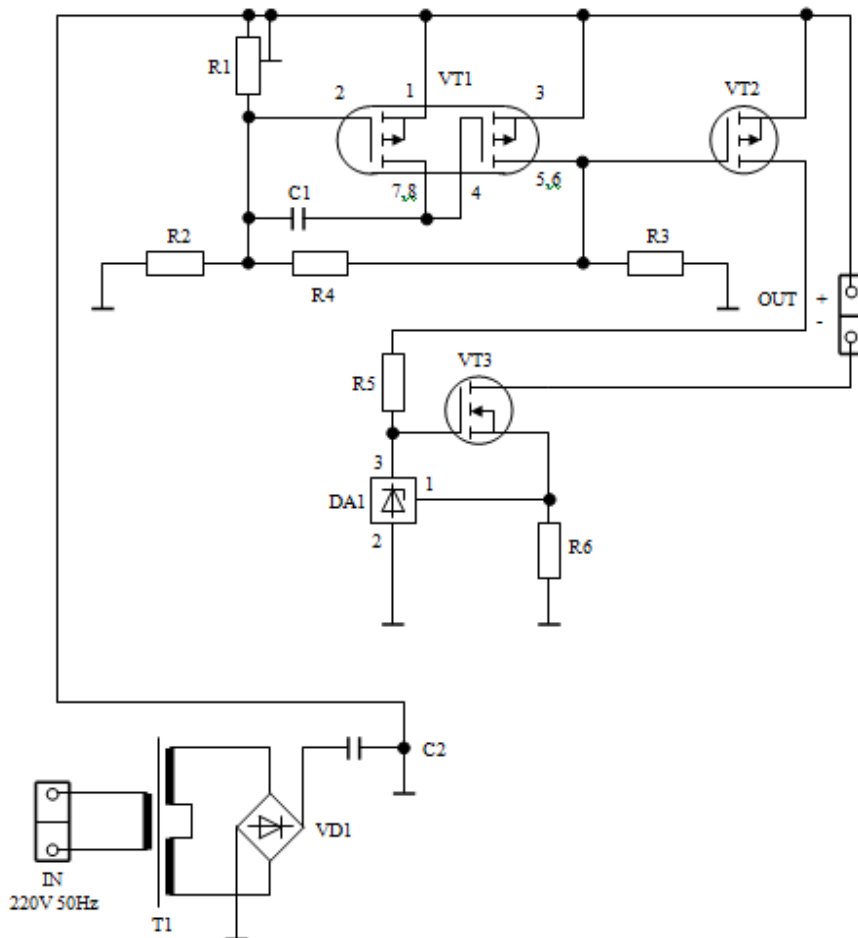


Рис. 1. Напівпровідниковий аналог котушки реле

Як приклад на рис. 1 зображена частина реле з збереженням існуючої системи штепсельного інтерфейсу з пристроями перегінної та станційної автоматики. На зображенні можна побачити напівпровідниковий аналог котушки реле, який можливо застосовувати при розробці загальної схеми реле.

Для електромагнітного нейтрального реле клапанного типу [4, с.39] силу тяжіння якоря до полюса сердечника можна оцінити по співвідношенню, що випливає з формули Максвелла (1):

$$F = 6,4 * 10^{-8} \frac{I^2 w^2 S}{\delta^2} [кг], \quad (1)$$

**Висновок.** У доповіді була показана модель модернізації реле в розподілених інформаційно-вимірювальних системах транспорту засобами комп'ютерної інженерії.

#### Список використаних джерел

1. Determination model of the apparatus state for railway automatics with restrictive statistical data V. Moiseenko , O. Kameniev , V. Butenko , V. Gaievskiy //ICTE in Transportation and Logistics 2018 (ICTE 2018). Procedia Computer Science / Volume 149, 2019, Pages 185-194. Open access – doi.org/10.1016/j.procs.2019.01.122
2. Пат. UA 117176 МПК<sup>9</sup> Н03К 17/60 (2006.01). «Комутаційний пристрій-оптоелектронний аналог електромагнітного реле струму Бутенко В.М., Головка О.В., Зайченко О.Б., та інші заявник і власник Український державний університет залізничного транспорту. – № а 2016 11009 від 02.11.2016; Опубл. 25.06.2018, Бюл. № 12, 2018 – 8.
3. Патент UA 146846 «Двополярний ключ інформаційно-вимірювальної техніки комп'ютерної інженерії систем залізничної автоматики» Бутенко В.М., Бутенко С.В., Волокітін В.О., та інші. заявник і власник Український державний університет залізничного транспорту. – № u 2020 07216 від 12.11.2020; Опубл. 24.03.2021, Бюл. № 12, 2021 – 5 с..
4. Моделирование колебания контактной пружины электромагнитного нейтрального реле клапанного типа в системах автоматической коммутации на транспорте /Бутенко В.М., Бушевская Л.В., Головка А.В., Цехмистро И.И. //Информационно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2013. – №1 (98). – С. 39 – 42.

Семененко О. І., Одегов М. М., Семененко Ю. О., Харченко В. М., Павлов А. О. (УкрДУЗТ)

УДК 621.314

### М'ЯКА КОМУТАЦІЯ ТРАНЗИСТОРІВ СИЛОВИХ КЛЮЧІВ ЗАСТОСУВАННЯМ УДОСКОНАЛЕНИХ ВУЗЛІВ ДВОСТУПЕНЕВОЇ ОДНООПЕРАЦІЙНОЇ КОМУТАЦІЇ

**Вступ.** Швидкодіючі ключі на базі біполярних транзисторів з ізольованим затвором (IGBT) за рахунок використання підвищених частот перетворення забезпечують значне зростання рівня показників тягових перетворювачів електрорухомого складу. Щоправда потрібно врахувати, що без обмеження швидкості наростання напруги  $du/dt$  на ключах круті fronti вихідної напруги та струму перетворювача визивають прискорене старіння ізоляції тягових двигунів і значне шкідливе електромагнітне випромінювання.

**Основна частина дослідження.** Зменшення швидкості наростання напруги  $du/dt$  на ключах досягається застосування снаберних конденсаторів, що включаються паралельно до IGBT. Відомо також, що у трифазному мостовому інверторі напруги ефективно може бути реалізована лише двополярна синусоїдальна ШІМ. При такому алгоритмі керування верхній та нижній ключі фазних напівмостів по чергово перемикаються, тобто коли один вимикається, то інший відразу повинен бути увімкненим. Для реалізації м'якої комутації (Soft Switching) слід передбачити після кожного вимикання силового ключа напівмосту короткочасну паузу до увімкнення наступного ключа [1], снаберний конденсатор якого повинен розрядитися до нульової напруги. Виконання цієї функції покладається на вузли одноопераційної комутації на IGBT (рис. 1) [2].

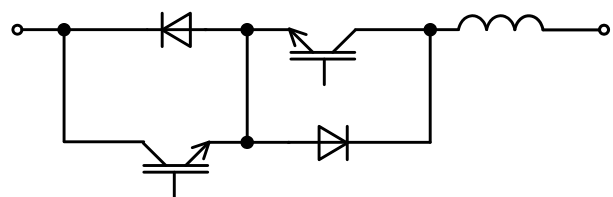


Рис. 1. Вузол одноопераційної комутації на IGBT

В результаті імітаційного моделювання трифазного мостового інвертора з вузлами одноопераційної комутації встановлено, що при зміні струму навантаження в широких межах та під час перехідних процесів може відбуватися увімкнення силового IGBT при напрузі суттєво відмінній від нульової. Такі моменти супроводжуються різким зростанням струму транзистора, що може виходити за межі допустимих значень. Неповністю закінчений розряд снаберного

конденсатора ключа пов'язаний з протіканням процесу в  $LC$ -контурі з неідеальними елементами силової ланки, а також коливаннями напруги на конденсаторах фільтра. Для забезпечення надійного дотримання режиму м'якої комутації при зміні струму навантаження в широкіх межах та під час перехідних

процесів запропоновано використати удосконалені вузли одноопераційної комутації, що наведені на рис. 2. До їх складу уведено низьковольтні джерела напруги, чим і компенсуються вказані вище недоліки роботи вузлів комутації. Результати використання приведені на осцилограмах рис. 3.

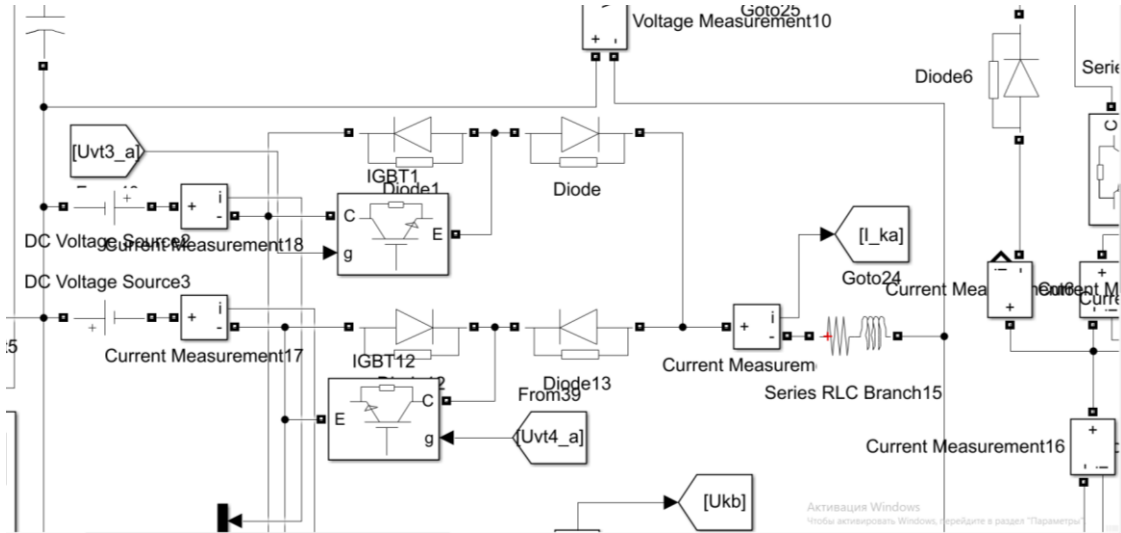


Рис. 2. Удосконалений вузол комутації в складі MatLab-моделі інвертора

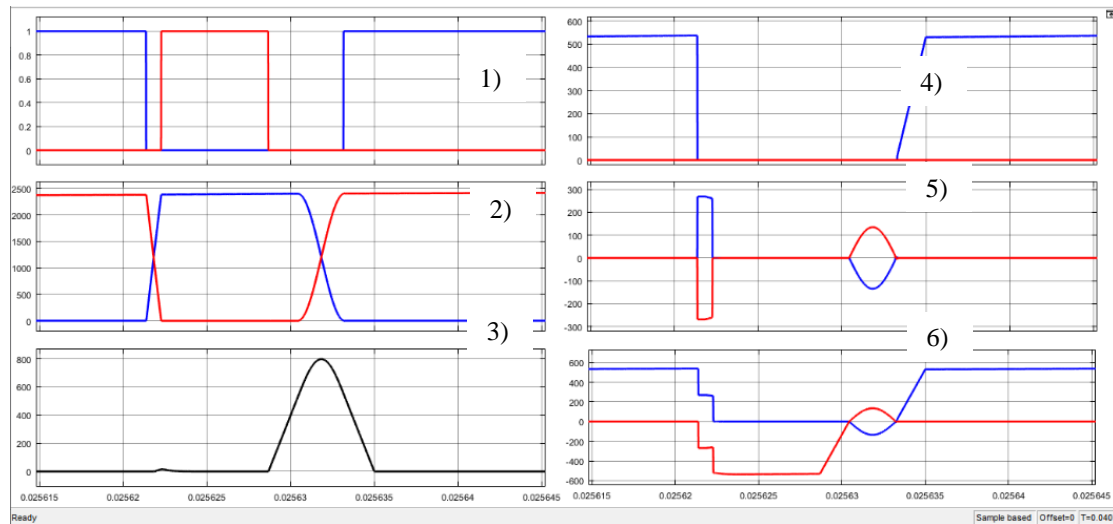


Рис. 3. Осцилограми роботи силових ключів:

- 1) напруга керування транзисторами фазного модуля; 2) напруга на них; 3) струм вузла комутації; 4) струм транзисторів; 5) струм снаберних конденсаторів; 6) сумарний струм ключів

**Висновки.** Синтезовано схему удосконалених підвищених частотах у трифазному мостовому вузлів одноопераційної комутації, що реалізують у інверторі напруги при застосуванні ключів з широкому діапазоні навантажень м'яку комутацію на ємнісними бездисипативними снаберами.

**Список використаних джерел**

- 1 Гончаров Ю.П., Панасенко М.В., Семененко О.І., Хворост М.В. Статичні перетворювачі тягового рухомого складу/ За ред. Гончарова Ю.П., Харків, НТУ „ХПІ”, 2007. – 192 с.
- 2 Семененко О.І. Реалізація м'якої комутації в силових ключах тягових перетворювачів електрорухомого складу/ О.І. Семененко, М.М. Одогов, Ю.О. Семененко, О.Д. Супрун //Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті: 32-а міжнародна науково-практична конференція 2019 р. Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті – Харків: УкрДУЗТ. – 2019. – №4 (Додаток). – С. 66-68.

**Список використаних джерел**

1. A. A. Efros and W. T. Freeman. Image quilting for texture synthesis and transfer. In: Proceedings of the 28th annual conference on Computer graphics and interactive techniques. ACM. 2001, pp. 341–346.
2. M. Berning, K. M. Boergens, and M. Helmstaedter. SegEM: Efficient Image Analysis for High-Resolution Connectomics. Neuron. Sept. 2015, 87(6), pp.1193–1206.
3. Maluf D.A., Tran P.B., Tran D. Effective Data Representation and Compression in Ground Data Systems. IEEE Aerospace Conference, 2008, pp. 1-7.

*Харламова О. М.,**Харламов П. О., к.т.н., доцент (УкрДУЗТ)*

УДК 656.078

*Мазіашвілі А. Р., асистент (УкрДУЗТ)*

УДК 621.327

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДХОДУ  
МОДЕЛЮВАННЯ ДО АЛГОРИТМІЗАЦІЇ  
СТИСНЕННЯ ЗОБРАЖЕННЯ**

Розвиток засобів обчислювальної техніки, а також подання інформаційної складової про типізованих даних привело до появи різних мультимедійних додатків і програм, в яких використовуються тексти, зображення, анімовані фрагменти і звук. Ці елементи додатків і програм мають відповідно різні формати зберігання і тим самим обсяги представлення даних.

Комп'ютерне зображення в його цифровому поданні є набором значень інтенсивностей світлового потоку, розподілених по кінцевій площі. Формат файлу, що містить графічну інформацію може бути представлений у вигляді певних даних.

Якщо зображення представлено в якійсь системі кольоропередачі, то кожен її піксель є структурою, яка описує компоненти кольору. Найбільш поширеною системою цветопредставлення, використовуваної в електронних і комп'ютерних системах, є система RGB. У цій системі колір визначається як комбінація червоного (R), зеленого (G) і синього (B) кольору. І на кожному зі складових доводиться по одному байту. У звичайному, чи не стислому файлі, записи про палітру кольорів розташовуються по черзі, відповідно до найпростішої логічному ланцюжку розташування пікселів - нумерація, за замовчуванням, почергова, підрядник - зліва направо, перехід до наступного рядка - знизу-вгору. Даний формат є вихідним для представлення зображення і досить об'ємний, з точки зору зберігання. При розробці додатків, особливо потребують дозагрузки графічних даних, у тому числі і з мережі інтернет, що призводять до витрат трафіку і часу, це питання стає досить актуальним.

**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В  
УПРАВЛІННІ ЛАНЦЮГАМИ ПОСТАВОК**

Використання інформаційних технологій (ІТ) вважається передумовою ефективного контролю сучасних складних ланцюгів поставок. Експоненціальне зростання ІТ в мережах ланцюгів поставок суттєво змінили паперове спілкування на електронне спілкування, що є серйозною загрозою з боку кіберзлочинності (електронні ризики) через несанкціонований або незаконний доступ за допомогою віртуального вторгнення до комп'ютерної системи або комп'ютерної мережі. Злочинці можуть скоїти незаконний доступ до конфіденційних даних, крадіжку даних, маніпуляції з даними та заблокувати доступ до системи ланцюгів поставок. Вони також можуть здійснювати шахрайські дії за допомогою ІТ у мережах ланцюгів поставок, і цьому можна заподіяти за допомогою ІТ.

Штрих-коди є економічно ефективними та заощаджують час, запобігають людським помилкам, скорочують паперові роботи для покращення обслуговування клієнтів. Використання даної технології обмежується партнерами по ланцюжку поставок. Покращена цілісність даних дозволяє приймати рішення з точними даними в режимі реального часу, покращуючи рішення щодо управління продуктами та категоріями. Технологія штрих-кодів полегшує використання автоматизації поставок або продажів, керованих постачальниками, тому потрібний товар завжди в потрібному магазині в потрібний час [1].

Нещодавно організації як з державного, так і з корпоративного сектору мали повноваження впроваджувати для своїх постачальників технологію радіочастотної ідентифікації (RFID). Глобальні стандарти для RFID, такі як Електронний код продукції (EPC) підтримують поєднання штрих-кодів та RFID, що збільшує їх значення для зменшення

електронних ризиків. Асиметрична криптографія з безпечною довжиною бітів все ще вимагає значно більших чіпів у RFID, ніж симетрична криптографія [2, 3].

Електронний обмін даними (EDI) - це зростаюча технологія бізнесу 1990 -х років. Основними ризиками що закидають до EDI є втрата цілісності (тобто деформація, зміна або знищення), втрата конфіденційності (тобто скопійована, побачена або почута сторонніми особами) та недоступність (тобто інформація недоступна у наразі потреби) [3].

Планування ресурсів підприємства (ERP). Виробники програмного забезпечення заявляють, що їхні програмні рішення є цілісними та розробленими відповідно до галузі. На практиці ці пакети не підтримують багато бізнес-процесів і вимагають частого оновлення. Отже, багато організацій змушені залишити деякі процеси неавтоматизованими, а кілька застарілих систем в роботі. Організації стурбовані тим, що реалізований пакет працюватиме в майбутньому чи ні. Однак компанія SAP реалізувала пакет керування життєвим циклом ERP та інтеграцію різних бізнес-модулів, що містять інформацію про бізнес-дані. Новий інструмент SAP HANA дуже корисний для припинення шахрайської діяльності навіть у середовищах із надзвичайно великим обсягом [4].

Впровадження ІТ в систему керування ланцюгами постачання (SCM) має значну роль у прийнятті рішень, а також зменшенні електронних ризиків шляхом управління ланцюгами поставок. Еволюція високопродуктивних та хмарних обчислювальних систем у сфері SCM допомагає забезпечити прозорість та наочність у ланцюгах поставок. Ця технологія передбачає революційні зміни у сфері продуктивності та запобігання електронним ризикам SCM. Так само Інтернет наступного покоління підключає гетерогенні обчислювальні пристрої для створення мережевого трафіку, який генерується автоматизованими об'єктами з державних секторів у повсякденне життя людей. ІТ-системи з архітектурою, орієнтованою на обслуговування та стандартами веб-послуг, які, як очікується, з'являться в майбутньому, можуть сприяти кращому управлінню ланцюгами поставок.

#### Список використаних джерел

1. Ellram, L. M., La Londe, B. J., & Weber, M. M. Retail logistics. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 29(7/8), 1999. P. 477-494
2. Attaran, M. RFID: An enabler of supply chain operations. *Supply Chain Management: An International Journal*, 12(4), 2007. P 249-257
3. Sabbaghi, A., & Vaidyanathan G. Effectiveness and Efficiency of RFID technology in Supply Chain Management: Strategic values and Challenges. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce*

Research ISSN 0718-1876 Electronic Version, 3(2), 2008. P.71-81.

4. Tarn, J. M., Yen, D. C., & Beaumont, M. (2002). Exploring rationales for ERP and SCM integration. *Industrial Management & Data Systems*, 102(1), 2002. P. 26-34

*Прохорченко А. В., д.т.н., професор,  
Андрєєв Р. М., магістрант  
(Український державний університет  
залізничного транспорту)*

УДК 656.2

### УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗЕРНОВИХ ВАНТАЖІВ НА ОСНОВІ СИСТЕМИ РУХУ ВАГОННИХ ВІДПРАВОК ЗА РОЗКЛАДОМ

Останні роки в пікові періоди навантаження на залізничній мережі значно збільшується фактична тривалість доставки вагонних і групових відправок із зерновими вантажами. Це спричиняє значні збитки для фермерів та експедиторів та втрату конкурентоспроможності залізниці на ринку перевезень, а тому учасники ринку переходять на інші модальності, зокрема автомобільний і річковий транспорт. За таких умов актуальним є дослідження спрямовані на перегляд операційної моделі компанії АТ Укрзалізниця, яка дозволить забезпечити організацію перевезень зернових вантажів з урахування внутрішніх можливостей компанії з організації технічної маршрутизації-формування спеціалізованих маршрутних зернових поїздів з вагонних відправок за розкладом [1].

Для розв'язання поставленого завдання в роботі досліджено частку зернових вантажів в структурі перевезень автомобільного та залізничного транспорту. Залізниці значно переважають автомобільний транспорт у обсягах перевезень зерна, але спостерігається перехід зерна на авто транспорт. В структурі автоперевезень зерно займає 10% від загального, залізничний транспорт – 13%. В роботі проведено аналіз виконання заявок навантаження зерна на Рівненській дирекції залізничних перевезень. Невиконання заявок склало 38,8% від загальних планів.

В межах даного дослідження удосконалено технологію перевезень вагонних відправок з зерновими вантажами на основі формалізації технології організації вагонних відправок у поїзди та їх відправлення за розкладом. Вирішення поставленої задачі в умовах великого обсягу інформації, яку слід прийняти, проаналізувати і оцінити наслідки перед прийняттям оперативних рішень щодо здійснення комплексного корегування ПФП запропоновано

виконувати на основі автоматизації процесу розрахунків з використанням системи підтримки прийняття рішень оперативного персоналу (СППР).

### Список використаних джерел

1. Prokhorchenko A., Kravchenko M., Prokopov A. Improvement of railway logistics of grain cargo on the basis principles of ridesharing / Thesis of XIII international scientific and practical conference «Globalization of scientific and educational space. Innovations of transport. Problems, experience, prospects.». (Vlora, Albania may 21-26, 2021). 2021. P. 63.

*Кравченко М. О., аспірант  
(Український державний університет  
залізничного транспорту)*

УДК 656.22

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ФОРМУВАННЯ СТУПЕНЕВОГО МАРШРУТУ НА ЗАЛІЗНИЧНІЙ МЕРЕЖІ УКРАЇНИ

Одним із напрямків удосконалення перевезень вантажів на залізничному транспорті України є

застосування технологій перевезень, що дозволяють на перших етапах перевізного процесу об'єднувати групи вагонів для утворення наскрізних поїздів призначенням на станцію вивантаження [1]. Це дозволить прискорити рух та зменшити витрати на перевезення вагонних та групових відправок за рахунок виключення нерациональних переформувань, що виникають на маршруті руху за варіантом слідування даних вагонів у дільничних поїздах.

Для дослідження техніко-економічної ефективності формування ступеневих маршрутів на залізничній мережі України в роботі виконано розрахунок на основі порівняння витрат двох варіантів руху групових відправок – вагонна відправка та ступеневий маршрут. Обрахунок витрат складається з трьох етапів перевізного процесу - етап організації маршруту на дільниці навантаження, що включає процес навантаження та об'єднання груп вагонів (first mile) з урахування поїзних пересувань, етап руху до станції призначення, етап організації вивантаження на станції призначення (last mile). Витрати обрховано на основі методу укрупнених одиничних витратних ставок. Частки вагоно-годин, що припадають на відповідні етапи процесу перевезення наведені на рис. 1.

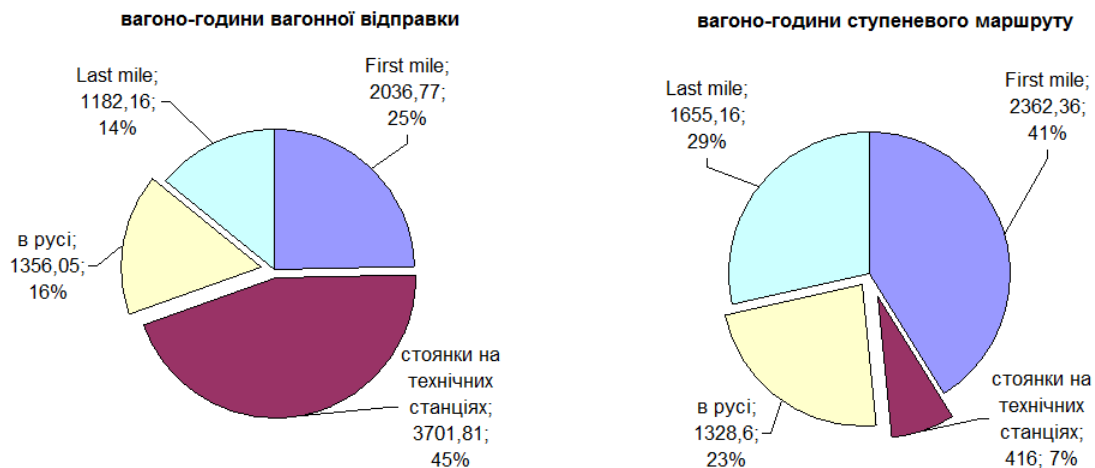


Рис. 1. Складові вагоно-годин на всьому шляху прямування

Результати розрахунку свідчать, що економічний ефект від застосування ступеневого маршруту складає 85160,49 грн або 50,58% від витрат вагонної відправки. За таких умов економія на один вагон складе 16599,43 грн. Розрахунок ґрунтувався на історії реального маршруту слідування вагонів у 2019 році, де від станції зародження першої групи вагонів (30 ваг та 5 вагонів) до станції об'єднання другої групи вагонів

(17 вагонів) складає 33 км, від станції об'єднання до першої опорної сортувальної станції – 79 км.

Для оцінки якісних показників впровадження технології ступеневого маршруту виконано розрахунок обороту вагона з розкладанням на складові – порожній та вантажний стан. При русі вагонної відправки загальна тривалість обороту складає 10,35 доби, тоді як тривалість обороту вагона за умови організації ступеневого маршруту складає 8,34 діб (див. рис. 2).

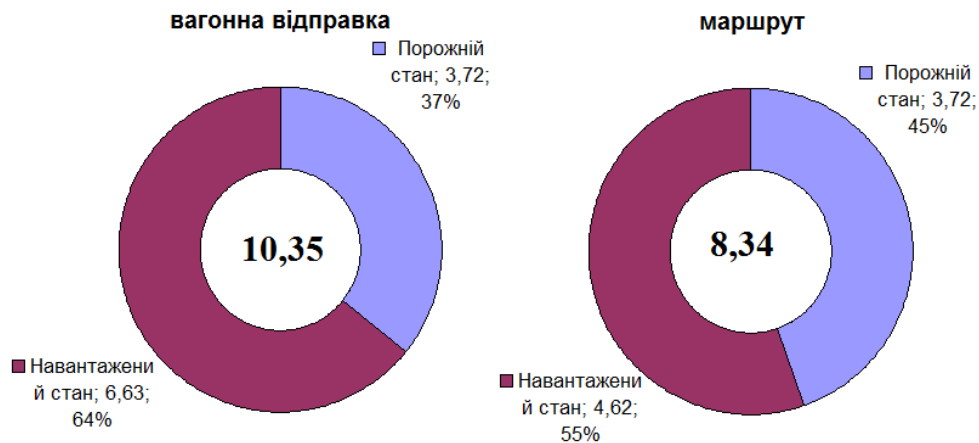


Рис. 2. Порівняльний аналіз складових обороту вагона відповідно вагонної відправки і ступеневого маршруту

Економія робочого парку за оборот складає 52 вагони, а економія витрат на утримання вагонного парку за оборот складе  $\Delta = 52 \text{ваг} \cdot 2,01 \text{доби} \cdot 24 \text{год} = 2508,48 \text{ваг-год} \cdot 5,01 = 12567,49 \text{грн}$ .

Отже, при порівнянні за натурними показниками – вагоно-години, якісними – оборот вагона та економічними, ступеневий маршрут вигідніший за вагонну відправку.

#### Список використаних джерел

1. Прохорченко А.В., Кравченко М.А. Дослідження можливості застосування в зерновій логістиці райдшерінгових технологій перевезень на основі цифрових платформ / П-а міжнародна науково-технічна конференція «Інтелектуальні транспортні технології» (м.Харків, Україна, 27-29 квітня 2021р). Тези доповідей. – Харків: УкрДУЗТ. 2021. С. 27.

*Лозан О. М., магістрант  
(Український державний університет  
залізничного транспорту)*

УДК 656.2

### УДОСКОНАЛЕННЯ ПЛАНУВАННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ НА ОСНОВІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Для підвищення ефективності перевезень пасажирів у міжнародному сполученні важливим є зменшення витрат на здійснення перевезень. В умовах інерційного характеру роботи, однією з найбільш слабких ланок в пасажирському комплексі є технологія роботи пасажирських технічних станцій (ПТС), що потребує врахування в процесі прийняття рішень щодо регулювання схем формування пасажирських

поїздів, зокрема у міжнародному сполученні [1]. Це в свою чергу вимагає впровадження нових технологій планування, що дозволяють здійснити оперативне регулювання формування пасажирських поїздів в межах діючих технічних та технологічних обмежень ПТС для зменшення кількості невикористаних місць в вагонах пасажирських поїздів на діючих маршрутах. Таким чином, вирішення вище поставленого завдання на основі інтелектуальних технологій є своєчасною і актуальною.

Для підвищення якості оперативного планування формалізовано процес визначення регулювальних заходів щодо встановлення строків курсування пасажирських поїздів і внесення оперативних змін до схем їх формування відповідно існуючого попиту на перевезення на основі методів нечіткої логіки [2]. В роботі удосконалено процес прийняття рішень на основі врахування нечітких лінгвістичних змінних при математичному описі процесу вибору регулювальних заходів щодо оперативного регулювання формування пасажирських поїздів міжнародного сполучення. Для обґрунтування впровадження запропонованого підходу до планування виконано техніко-економічні розрахунки.

Результати досліджень дозволяють надати підґрунтя для подальшої автоматизації процесів планування пасажирських перевезень в міжнародному сполученні.

#### Список використаних джерел

1. Бутько Т.В., Прохорченко А.В. Розроблення адаптивної моделі поїздоутворення пасажирських составів на основі теорії нечітких множин. Зб.наук. праць УкрДУЗТ. – Харків:УкрДАЗТ,2005. Вип.68. С.25-33.
2. Mamdani E.H. Application of fuzzy logic to approximate reasoning using linguistic systems. Fuzzy Sets and Systems. 1977. V. 26. P. 1182-1191.

*Прохорченко Г. О., доцент,  
Резвицький В. С., магістрант  
(УкрДУЗТ)*

УДК 656.222.

### **УДОСКОНАЛЕННЯ СКЛАДАННЯ ГРАФІКА РУХУ ПОЇЗДІВ З УРАХУВАННЯМ ПІДВ'ЯЗКИ ЛОКОМОТИВНИХ БРИГАД НА ОСНОВІ АВТОМАТИЗАЦІЇ**

Станом на 2021 рік оператором залізничної інфраструктури, а також національним перевізником пасажирів та вантажів, що виконує стратегічну функцію щодо забезпечення економічного розвитку та безпеки країни є акціонерне товариство «Українські залізниці» (АТ «Укрзалізниця»). Ефективне функціонування АТ «Укрзалізниця» є критично важливим для розвитку всього транспортного комплексу України та покращення показників економіки всієї країни. Тому питання розвитку та покращення ефективності залізничного транспорту є актуальним.

Керівництвом АТ «Укрзалізниця» та провідними спеціалістами в галузях транспорту та економіки було розроблено Стратегію АТ «Укрзалізниця» на 2019-2023 роки, відповідно до якої проводиться реформування компанії. Однак, не зважаючи на чітко визначені цілі та проведення кроків для їх досягнення, на даний час залишаються невирішеними деякі проблеми, серед яких особливе місце займає недостатня кількість локомотивів та досвідчених працівників локомотивних бригад, що призводить до збільшення непродуктивних простоїв рухомого складу та падінням конкурентоспроможності залізничного транспорту. Однією з причин такої ситуації є високий рівень зношеності основних фондів рухомого складу та недостатній рівень інвестицій у минулому та для вирішення потребує значних капіталовкладень.

Одним із підходів для вирішення цієї задачі є удосконалення складання графіка руху поїздів з урахуванням підв'язки локомотивів та локомотивних бригад на основі автоматизації. На даний час при плануванні роботи локомотивів та локомотивних бригад, не зважаючи на існуючу автоматизовану систему АСУ «Локбриг», значна частина роботи проводиться з використанням експертного досвіду оперативних працівників та не завжди є ефективною, що призводить до простоїв локомотивів в очікуванні составів поїздів або невчасної явки локомотивної бригади.

Для узгодженої роботи працівників господарства перевезень та локомотивів і локомотивних бригад необхідно впровадити автоматизовану технологію складання графіка руху поїздів з одночасною підв'язкою поїзного локомотива та локомотивної бригади. Для цього запропоновано розробити

математичну модель з мінімізацією витрат простою всіх поїздів, що дозволяє отримати раціональний розклад руху з підв'язкою локомотивів та локомотивних бригад.

### **Список використаних джерел**

1. Стратегія АТ «Укрзалізниця» на 2019-2023 роки. Сайт Укрзалізниці: веб-сайт. URL: [https://www.uz.gov.ua/files/file/about/documents/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D1%96%D1%8F-5-Typography%20\(%D1%83%D0%BA%D1%80\).pdf](https://www.uz.gov.ua/files/file/about/documents/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D1%96%D1%8F-5-Typography%20(%D1%83%D0%BA%D1%80).pdf) (дата звернення 29.09.2021)
2. Музикін М.І. Аналіз основних показників роботи локомотивного парку. *Менеджмент залізниць*. 2017. Вип.03-04.С.60-64.

*Прохорченко А. В., д.т.н., професор,  
Чекан С. В., магістрант  
(Український державний університет  
залізничного транспорту)*

УДК 656.22

### **АНАЛІЗ ПОТЕНЦІЙНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАЛІЗНИЧНИХ СИСТЕМ УКРАЇНИ, ЛАТВІЇ ТА ЕСТОНІЇ ДЛЯ РОЗВИТКУ МІЖНАРОДНИХ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

Для виявлення проблем функціонування залізничної системи важливо проводити аналіз її економічних та експлуатаційних показників у порівнянні з іншими залізницями. Зараз АТ «Укрзалізниця» забезпечує 72 % вантажообігу між всіма видами транспорту (без урахування трубопровідного транспорту) та 27 % пасажирообігу у загальній структурі транспортної роботи [1]. В той же час Латвійські національні державні залізниці - Latvijas dzelzceļš мають частку ринку вантажних перевезень 71.2 % від загальної транспортної роботи в країні. Акціонерне товариство "Pasažieru vilciens" є єдиним постачальником послуг національного пасажирського транспорту, який перевозить пасажирів на всій території Латвії залізницею. Фінансові результати залізничного транспорту загального користування є не дуже втішні, збиток АТ Укрзалізниця за 2020 рік склав -11,9 млрд грн. Збитковий результат отримано внаслідок одночасного впливу на галузь цілої низки негативних факторів, викликаних поширенням пандемії COVID-19. Також на АТ «Укрзалізниця» значно вплинуло зниження доходів від вантажних та пасажирських перевезень порівняно з 2019 роком на 10,3% та 58,3% відповідно. Позначилося також значне коливання курсу, внаслідок чого отримали збиток у розмірі 5,5 млрд грн проти 4,3 млрд грн чистого



прибутку у 2019 році. Залізниці Латвії також понесли значний збиток. Обороти Латвійської залізниці за дев'ять місяців 2020 року склав 103,839 мільйона євро, що на 25,6% менше, ніж за аналогічний період 2019 року. Прибуток компанії за звітний період дорівнює нулю, на відміну від збитків роком раніше. Обороти LDz за дев'ять місяців 2019 року склав 139,589 мільйона євро, а збитки 2,2 мільйона. Дивлячись на те, що для АТ «Укрзалізниця» основними доходами приносять вантажні перевезення, важливо знайти ефективні технології перевезення вантажів для зменшення витрат компанії та збільшення прибутку.

Щоб запропонувати ефективні дії для підвищення ефективності діяльності АТ «Укрзалізниця» в роботі детально досліджено кількісні та якісні показники експлуатаційної роботи залізничних систем України, Латвії та Естонії. Порівняння дозволить виявити причини неефективності АТ «Укрзалізниця». Загальна протяжність залізничної мережі України досягає 19811,5 км (без урахування окупованих територій, мережа яких на сьогодні не експлуатується), тоді як експлуатаційна протяжність головних колій в Латвії та Естонії - 1859 та 1219 км відповідно. Якщо аналізувати обсяг вантажних перевезень на залізницях України, Латвії та Естонії, то можна виявити, що залізниці України показують найменше зменшення обсягів перевезених вантажів порівняно з 2018 роком. За останні 3 років обсяги перевезень скоротились лише на 5,2%. На залізницях Латвії та Естонії падіння набагато більше, 51% та 19,8% відповідно. За 2019 рік перевезено 312,9 тис. т. вантажів, що на 7,2% менше запланованого та на 2,4 % менше минулого року. На зниження показників обсягів перевезень на мережі АТ Укрзалізниця вплинули наступні фактори:

- відсутність локомотивного парку;
- відсутність компенсацій від держави за пасажирські перевезення;
- зношеність основних виробничих фондів компанії;
- зниження частки транзитних перевезень вантажів;
- ступінь використання технічних засобів;

Аналізуючи роботу морських портів Латвії та України, вантажообіг Ризького порту знизився майже на 27,7%, 32762,2 тис.т у 2019 році до 23687,4 тис.т у 2020 р. Якщо брати загальні показники портів Латвії, то загальний вантажообіг знизився на 27,9%, з 62379,2 тис.т у 2019 році до 44927,6 тис.т. у 2020 р. Вантажообіг порту Таллінн за підсумками 2019 року знизився на 3,3% в порівнянні з показником 2018 року - до 19,9 млн тонн, впливає з даних адміністрації порту. Скорочення пов'язане, головним чином, зі зменшенням обсягу перевалки рідких вантажів в третьому кварталі 2019 року, яке частково було компенсовано зростанням обсягу перевалки балкерних вантажів. Найкрупніші порти України, такі як

Одеський порт та порт Южний мають різні показники. Одеський морський порт в 2020 році скоротив вантажообіг в порівнянні з 2019 роком на 7,8% - до 23,37 млн т. Частка порту в вантажообігу морських портів України склала 14,7% проти 15,8% в 2019 році. Обсяг вантажообігу морпорту «Південний» за січень-листопад 2020 року склав 56,42 млн тонн, що на 16,2% перевищує показник аналогічного періоду минулого року. У зв'язку з цим контейнерний поїзд "ZUBR", який з'єднує українські порти Чорноморськ, Одеса та Южний з портами Ріга (Латвія) та Таллінн (Естонія) стає ще більш затребуваний, тому що збільшення вантажообігу у портах сприятиме більшій затребуваності, що дозволить підвищити конкурентоспроможність цих напрямків та включення їх до Трансевропейської транспортної мережі (TEN-T).

#### Список використаних джерел

1. Інтегрований звіт 2020 АТ Укрзалізниця [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.uz.gov.ua/about/investors/>.
2. Latvijas dzelzce [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://www.transport.lv/ru/dzelzce/s>
3. Eesti Raudtee [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://www.evr.ee/ru/o-predpriyatii>

*Прохорченко Г. О., доцент,  
магістранти Тимчук А. І., Зізіна К. С.  
(УкрДВЗТ)*

УДК 656.222.

### УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕДУРИ РОЗПОДІЛУ ПРОПУСКНОЇ СПРОМОЖНОСТІ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ МІЖНАРОДНИХ ТРАНСПОРТНИХ КОРИДОРІВ УКРАЇНИ

Завдяки вигідному географічному розташуванню на перетині шляхів сполучення між європейськими та азійськими країнами Україна має потужний транзитний потенціал і не тільки в автомобільному сполученні, а й завдяки розвиненій інфраструктурі і в залізничному сполученні. У 2020 році всім галузям економіки не тільки України, але й всього світу довелося долати виклики, спричинені пандемією COVID-19. Можна було спостерігати значне скорочення обсягів виробництва, і, як наслідок, через спад економіки суттєво знизились обсяги вантажних залізничних перевезень. Пасажирські перевезення взагалі були тимчасово припинені. У 2020 році частка залізничного транспорту в загальному обсягу перевезень становила 51 % (у 2019 році – 53%), залізничною мережею України транспортували понад 305 млн тонн вантажів. Попри те, що 2020 рік

АТ «Українські залізниці» закінчило зі значними фінансовими збитками, однак стратегія розвитку на наступний рік передбачає плани щодо отримання прибутку та продовження реформи галузі.

Одним із напрямків розвитку та отримання можливих прибутків є сегмент контейнерних перевезень, який незважаючи на загальний спад показав позитивну динаміку – частка АТ «Українські залізниці» в цьому сегменті у 2020 році зросла на 11 % проти 2019 року. Не останню роль в цьому відіграла організація трьох нових контейнерних поїздів у сполученні Китай – країни Європи. Отже, питання дослідження залізничної інфраструктури міжнародних транспортних коридорів України є актуальним.

На даний час територією України проходять чотири Пан'європейські транспортні коридори, було проаналізовано технологію їх роботи, особливу увагу приділено процедурі розподілу пропускної спроможності. Для покращення взаємодії з залізницями Білорусі, Молдови, Польщі, Росії, Румунії, Словаччини, Угорщини й забезпечення взаємодії з численними міжнародними залізничними переходами, запропоновано розробити математичну модель, що дозволяє спросити та автоматизувати процедуру розподілу пропускної спроможності залізничної інфраструктури міжнародних транспортних коридорів України.

#### Список використаних джерел

1. Стратегія АТ «Укрзалізниця» на 2019-2023 роки. Сайт Укрзалізниці: веб-сайт. URL: [https://www.uz.gov.ua/files/file/about/documents/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D1%96%D1%8F-5-Typography%20\(%D1%83%D0%BA%D1%80\).pdf](https://www.uz.gov.ua/files/file/about/documents/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D1%96%D1%8F-5-Typography%20(%D1%83%D0%BA%D1%80).pdf) (дата звернення 29.09.2021)

*Гасвський Віталій Вікторович, к.т.н.,  
директор ТОВ «НВП «Залізничавтоматика»*

### УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ НА БАЗІ ТЕХНОЛОГІЙ «ІНДУСТРІЯ 4.0»

В умовах поточної експлуатації засобів залізничної автоматики (ЗА) має місце багатоетапне технічне обслуговування (ТО) де кожен вид робіт відрізняється своїм значенням повноти відновлення і періодичністю його виконання, а також взаємопов'язаний з результатами виконання технічного обслуговування технічних засобів інфраструктури споріднених галузей.

Існуючі методи технічного обслуговування систем залізничної автоматики регламентовані Стандартом Акціонерного товариства Українські залізниці СТП13 – 005:2020р., який регулює процедури безпечності технічного обслуговування і базується на основних принципах: визначення періодичності виконання, розроблення графіків та контроль процесу виконання планових регламентних робіт з технічного обслуговування.

Переважає більшість небезпечних ситуацій в процесі технічної експлуатації ЗА виникає в наслідок хибних дій персоналу через помилки саме технічного персоналу: порушення регламенту виконання технологічних операцій; низький рівень технологічної дисципліни; використання ненормативних матеріалів та устаткування; недостатня кваліфікація людини – оператора. Також інформація про фактичне проведенні регламентних робіт з ТО підвладна недостовірності через людський фактор, будь то пам'ять, безвідповідальність або брехня. Внаслідок чого можлива недостовірність переданої інформації з реальним станом та наявністю розбіжностей у звітах та планах. У силу специфічних особливостей, помилки персоналу при проведенні ТО виявляються у іншій формі ніж на робочому місці чергового по станції або поїзного диспетчера. Це призводить до перерозподілу помилок від однієї категорії персоналу до іншої, що створює потенційну можливість виникнення транспортних подій через сполучення процедурних або технічних відмов із помилками експлуатаційного та технічного персоналу.

Незважаючи на те, що сучасні мікропроцесорні системи залізничної автоматики мають значно розширені функційні можливості в частині взаємодії з персоналом вони не використовуються. Людина та система залізничної автоматики працюють паралельно і мало взаємодіють, тобто система безпосередньо не контролює процес ТО. В першу чергу це пов'язано з відсутністю зворотного зв'язку між технічним персоналом та системою. Тобто алгоритми взаємодії з персоналом сучасних систем залізничної автоматики з програмованою елементною базою мало чим відрізняються від релейних систем.

Всі ці фактори суттєво погіршують стан безпеки руху поїздів.

Проблема контролю якості проведення ТО є однією з найважливіших складових частин проблеми забезпечення безпечної, надійної та безвідмовної експлуатації систем залізничної автоматики. Якщо не змінювати існуючі принципи та підходи до виконання графіків ТО, не перейти до системного контролю їх якості ці проблеми не тільки залишаться а ще й з часом збільшаться.

Тому, особливе місце в удосконаленні контролю якості проведення ТО посідають питання поліпшення організації й інформаційного забезпечення цих

процесів, а інструменти «Індустрії 4.0» надають можливість їх вирішення за рахунок комплексної оцінки стану мікропроцесорних систем залізничної автоматики в умовах експлуатації та організації контролю фактичного проведення робіт з ТО, враховуючи як зовнішньо-технічні, так і внутрішньо-ергономічні чинники.

Ананьєва О. М., д.т.н.,

Бабасєв М. М., д.т.н.,

Сотник В. О., к.т.н.

(Український державний університет  
залізничного транспорту)

УДК 656.216

### СИНТЕЗ ПРИСТРОЮ ОЦІНКИ ХВИЛЬОВИХ ПАРАМЕТРІВ ТОНАЛЬНИХ РЕЙКОВИХ КІЛ

На залізничному транспорті у системах автоматичного керування рухом поїздів для визначення місцезнаходження рухомого складу і стану залізничних ділянок широке застосування знаходять тональні рейкові кола (ТРК), які істотно впливають як на безпеку руху, так і на експлуатаційні показники перевізного процесу. Тому задача підвищення безпеки та надійності роботи ТРК є актуальною.

Аналіз сигнальної складової напруги ТРК надає можливість встановити, що досить розвинена тріщина у рейках обумовлює не тільки більшу амплітуду відбитого від неї сигналу, але й більшу величину різниці фаз між напругами падаючої і відбитої хвиль. У зв'язку з цим виникає необхідність в уточненні

оцінок параметрів первинних та вторинних інформаційних сигналів рейкових кіл. Для реалізації запропонованого у роботах [1-3] методу контролю хвильових параметрів ТРК необхідно одержати оцінку початкової фази сигналу.

Для вирішення цього завдання застосовується метод максимуму правдоподібності.

$$p(\vec{u}|U_m, \varphi) = C_u \exp[-\mu(U_m, \varphi) + q(U_m, \varphi)],$$

де  $\vec{u}$  – реалізація вхідного сигналу  $u(t)$  на часовому інтервалі  $[T_1, T_2]$ ;

$T_1$  – час початку спостереження;

$T_2$  – час закінчення спостереження.

Після перетворень одержуємо шукану оцінку

$$\hat{\varphi} = \text{arctg} \frac{\int_0^{\tau_s} u(t) \cos 2\pi f_0 t dt}{\int_0^{\tau_s} u(t) \sin 2\pi f_0 t dt}.$$

Оптимальний за критерієм максимуму правдоподібності процес оцінки амплітуди й початкової фази сигнальної складової інформаційних сигналів ТРК можна реалізувати у вигляді пристрою (рис. 1).

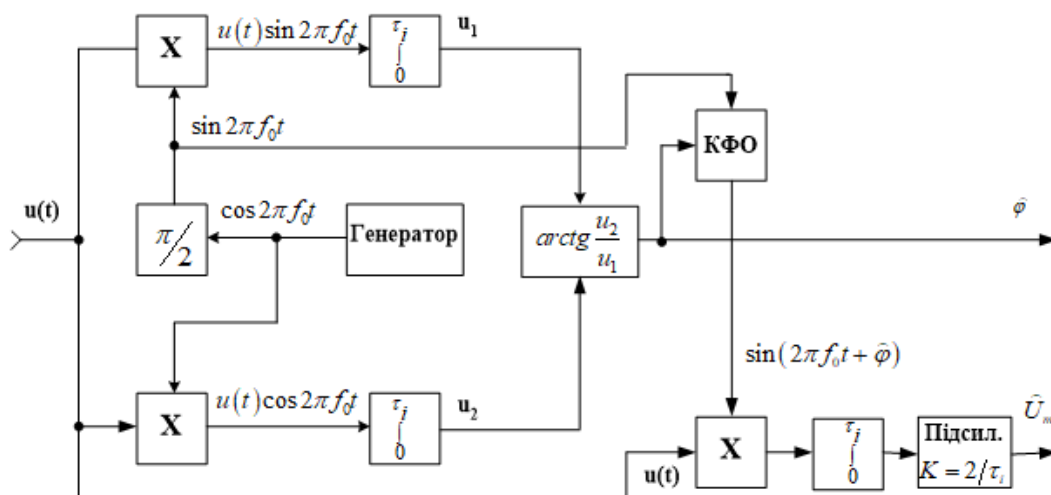


Рис. 1. Пристрій оцінки параметрів відбитого сигналу живильногокінця ТРК: КФО – керований фазообертач; підсил. – підсилювач з коефіцієнтом підсилення  $K$ ;  $X$  – перемножник

**Висновки.** Показано можливість виділення відбитого від тріщини й від кінця лінії сигналу з загальною напругою сигнального струму живильного кінця ТРК. При цьому у результаті апаратної реалізації пристрою оцінки параметрів хвильових сигналів живильного кінця ТРК встановлено, що вимірник, схема якого містить у собі керований фазообертач, істотно впливає на точності формованих оцінок.

#### **Список використаних джерел**

1. Соболев Ю. В., Ананьева О. М. Аналіз структури та параметрів сигналів колійних перетворювачів систем інтервального регулювання рухом поїздів. *Перспективи розвитку рухомого складу залізниць: Зб. наук. праць.* Харків: УкрДАЗТ, 2006. Вип. 76. С. 205-212.
2. Ананьева О. М. Моделювання напруги генератора сигнального струму рейкового кола при наявності тріщини в рейці. *Удосконалення управління експлуатаційною роботою залізниць: Зб. наук. праць.* Харків: УкрДАЗТ, 2007. Вип. 85. С. 253-261.
3. Соболев Ю. В., Ананьева О. М. Моделювання відбитої хвилі напруги сигнального струму рейкового кола. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті.* 2007. № 5, 6. С. 74-81.

## СПИСОК АВТОРІВ

**A-Z**

Hordiienko D. A.	18, 19
Nerubatskyi V. P.	18, 19
Oleksiuk A.	23
Sharoval G.	23
Shelekhan H.	8

**А**

Ананьєва О. М.	58
Андрєєв Р. М.	52
Анісімова В. С.	29
Ахметова Л. М.	6

**Б**

Бабаєв М. М.	58
Бабарькіна А. С.	16
Бізюк І. Г.	9
Біляченко М. В.	45
Брижчук П. М.	8
Брыксин В. О.	38
Бутенко В. М.	15, 46, 48

**В**

Веревкіна К. А.	13
Воробель І. І.	27

**Г**

Гасвський В. В.	57
Головко О. В.	46
Гончаров А. В.	22
Горобець М. М.	11
Григорова Є. І.	15
Гула Н. А.	32
Гулак С. О.	20

**Д**

Давиденко М. Г.	4
Давидов І. В.	38
Дашевський А. О.	37
Дем'янчук О. В.	16

**Є**

Слізаренко А. О.	2, 11
Слізаренко І. О.	2

**Ж**

Жученко О. С.	3
---------------	---

**З**

Заболотній С. В.	22
Захаров К. А.	48
Зізіна К. С.	56
Зінченко О. Є.	4
Змій С. О.	36

**І**

Індик С. В.	41
-------------	----

**К**

Калиновська О. О.	40
Каргін А. О.	33, 42
Ковальов Д. Д.	28
Ковтун І. В.	26
Козлов С. В.	6
Кошевий С. В.	36
Кравченко М. О.	53
Кривуля Г. Ф.	5, 24

**Л**

Лагута В. В.	7
Лазарев О. В.	43
Лазарева Н. М.	47
Лапко А. О.	14
Лисечко В. П.	41
Лозан О. М.	54
Ломотько Д. В.	6, 8, 28, 29, 38

**М**

Мазіашвілі А. Р.	51
Малахова О. А.	27
Марусенко С. О.	35
Меркулов В. С.	9
Могілей С. О.	22
Мороз В. П.	36
Музикін М. І.	44, 45

**Н**

Нардєд Є. О.	8
Нестеренко Г. І.	44, 45

**О**

Овер'янова Л. В.	20
Одегов М. М.	49

**П**

Павлов А. О.	49
Панченко В. В.	41
Пахальчук Є. В.	33
Попов Г. В.	45
Прилипко А. А.	27
Примаченко Г. О.	15
Приходько С. І.	2, 3
Прохоров В. М.	13
Прохорченко А. В.	52, 55
Прохорченко Г. О.	55, 56

**Р**

Резвицький В. С.	55
Рябов Є. С.	20

**С**

Самсонкін В. М.	9
Сапронова С. Ю.	20
Саяпіна І. О.	14
Семененко О. І.	49
Семененко Ю. О.	49
Ситникова А. І.	25
Сіконенко Г. М.	40
Сілін Є. Л.	42
Соседський А. О.	13
Сосунов О. О.	36
Сотник В. О.	12, 58
Старченко Г. А.	32
Стрелко О. Г.	44
Сытник Б. Т.	38
Сытник В. В.	38

**Т**

Тарасов К. О.	15
Тимчук А. І.	56
Токарев В. В.	5, 24
Трубчанінова К. А.	10

**Ф**

Федоренко О. Ю.	32
-----------------	----

**Х**

Харін Р. О.	17
Харламов П. О.	51
Харламова О. М.	51
Харченко В. М.	49

**Ч**

Чекан С. В.	55
-------------	----

**Ш**

Шандер О. Е.	31, 32
Шевченко О. К.	31
Шелехань Г. І.	37
Штомпель М. А.	3
Шумик Д. В.	35

**Щ**

Щербак В. К.	5, 24
Щербина Р. С.	44

**Я**

Ярмак Д. Б.	32
-------------	----

## Редакційна колегія

Бабасев М. М., д.т.н., професор, УкрДУЗТ;

Бойнік А. Б., д.т.н., професор, УкрДУЗТ;

Буцько Т. В., д.т.н., професор, УкрДУЗТ;

Гаврилюк В. І., д.ф.-м.н., професор,  
Український державний університет науки і  
технологій;

Доценко С. І., д.т.н., доцент, УкрДУЗТ;

Жуковицький І. В., д.т.н., професор,  
Український державний університет науки і  
технологій;

Замула О. А., д.т.н., доцент,  
ХНУ імені В. Н. Каразіна;

Каргін А. О., д.т.н., професор, УкрДУЗТ;

Климаш М. М., д.т.н., професор,  
НУ «Львівська політехніка»;

Збігнев Лукасік, д.т.н., професор,  
Технологічно-гуманітарний університет імені  
Казимира Пуласького (Польща);

Марек Мезитис, д.т.н., професор, Ризький  
технічний університет (Латвія);

Мойсеєнко В. І., д.т.н., професор, УкрДУЗТ;

Панченко С. В., д.т.н., професор, УкрДУЗТ;

Приходько С. І., д.т.н., професор, УкрДУЗТ,  
головний редактор;

Рубан І. В., д.т.н., професор, ХНУРЕ;

Серков О. А., д.т.н., професор, НТУ «ХП»;

Скалозуб В. В., д.т.н., професор,  
Український державний університет науки і  
технологій;

Тьєрі Хорсін, професор математики,  
Національна консерваторія мистецтв та  
ремесел (Франція);

Штомпель М. А., д.т.н., доцент, УкрДУЗТ.

## © Журнал "Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті" (Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте) - Informacijnno-kerujuchi systemy na zaliznychnomu transporti

*Свідоцтво про державну реєстрацію*  
*Серія КВ № 21514-11414 ПР від 18. 08. 2015 р.*  
*Засновник - Український державний університет*  
*залізничного транспорту, майд. Фейєрбаха, 7, м. Харків,*  
*61050*

*ISSN 2413-3833 (Online), ISSN 1681-4886 (Print)*  
*Зареєстровано 24 жовтня 2001 р. у Centre International de*  
*l'ISSN, 75002 PARIS, France.*

*Журнал входить до Переліку наукових фахових видань*  
*України, категорія «Б» (наказ Міністерства освіти і*  
*науки України № 409 від 17 березня 2020 р. зі змінами*  
*від 02.07.2020 р. № 886 )*

*Журнал включено до міжнародної наукометричної бази*  
*даних Index Copernicus ([http://journals.indexcopernicus.com/](http://journals.indexcopernicus.com/++++,p24787015,3.html)*  
*++++,p24787015,3.html), Google Scholar*  
*(<https://scholar.google.com>), науково-видавничої платформи*  
*«Наукова періодика України» (<http://jiks.kart.edu.ua>).*

*Затверджений до друку Вченою радою УкрДУЗТ*

*Рецензування проводиться конфіденційно за принципами*  
*double-blind*

*Статті друкуються мовою оригіналу*

*Редакція не обов'язково поділяє думку автора і*  
*не відповідає за фактичні помилки, яких він припустився*

*Передрук матеріалів – тільки з дозволу редакції*  
*журналу*

*Індекс журналу у Каталозі передплатних видань*  
*України – 48707*

Адреса редакції: Україна, 61050, Харків-50,  
майд. Фейєрбаха, 7, УкрДУЗТ, корп. 1, к. 215.  
Тел.: (057) 730-10-84, 730-10-82. E-mail: xiittc@ukr.net

Відповідальний за випуск Мещерякова І. М.  
Комп'ютерна верстка Співак О. Ф.

Підписано до друку 22.09.2021 р. Формат 60x84 1/8.  
Папір писальний. Ум.-вид. ар. 5,75. Зам №  
Наклад 105 прим. Ціна договірна.  
Частина тиражу розповсюджується безкоштовно.

Видавець та виготовлювач  
Український державний університет залізничного транспорту,  
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.