

**ТЕЗИ СТЕНДОВИХ ДОПОВІДЕЙ ТА ВИСТУПІВ
УЧАСНИКІВ КОНФЕРЕНЦІЇ**

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

*Гриценко Н.В., к.е.н., доцент,
Козодой Д.С., к.т.н., доцент
(УкрДУЗТ)*

УДК: 656.519.5

ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ В УМОВАХ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ З УРАХУВАННЯМ БЕЗПЕКИ

У час глобалізації інформаційні системи повинні відповідати особливим вимогам, таким як надійність, сучасна ефективність та безпека при функціонуванні.

Основною метою функціонування інформаційної системи є забезпечення інформацією всіх технологічних процесів і діяльності залізничного транспорту, створенні інформаційної основи для досягнення максимальної ефективності управління галузю в умовах ринкової економіки. Вона повинна базуватися на головних елементах збору, обробки, передачі та зберігання інформації на заданий період, визначення пріоритетів, засобів і шляхів досягнення цілей інформатизації.

Треба відзначити, що при розробленні автоматизованої системи управління залізничним транспортом (АСКЗТ), використовується набір основних принципів і підходів щодо їх створення. Доцільно проаналізувати ті з них, які знайшли своє застосування при побудові автоматизованих систем на залізничному транспорті в галузі експлуатаційної роботи [4].

При «системному підході», створенні єдиного структурного комплексу технічних засобів і керівних документів, мережі інформаційно-обчислювальних центрів було досягнуто створення єдиної структури комплексу технічних засобів (КТЗ), мережі інформаційно-обчислювальних центрів як основи АСКЗТ, а також уніфікація документів.

При принципі «трансформації традиційних завдань і методів управління» відповідно до можливостей комплексу технічних засобів, було досягнуто економічні результати разом із традиційними завдання управління.

При принципі «першого керівника», розроблено типові посадові інструкції і технологічні карти на завдання і комплекси.

Принцип «типізації проектних рішень», створено єдину систему обміну даними між інформаційними обчислювальними центрами (ІОЦ) залізниць і постачальниками – споживачами інформації всередині кожної залізниці.

Принцип «мінімізації введення і виведення даних», створено систему зберігання нормативно-довідкової інформації.

Принцип «сполучення підготовки первинних даних і даних для ЕОМ», уніфіковано форму накладних, дорожніх відомостей пасажирських квитків та ін.

Принцип «етапності впровадження», каскадне нарощування програмно-технічних засобів дозволило забезпечити впровадження нових систем з мінімальними, а також подолання психологічної недовіри до результатів роботи АСКЗТ, яка значно обумовлює вплив людського фактора на прийняття рішень.

Принцип «автоматизації документообігу», введення всіх основних облікових, звітних, розрахункових і бухгалтерських операцій на базі технічних засобів обробки даних.

Виходячи з проведеного аналізу принципів інформаційної системи, треба відмітити, що сучасна ефективність інформаційної системи забезпечується оптимізацією даних та методів їх обробки, використанням оригінальних розробок і ідей, а також методів проектування.

Дуже вагомим елементом при функціонуванні інформаційних систем на залізничному транспорті є безпека, під якою розуміють можливості інформаційної системи, завдяки яким сторонні особи не мають доступу до інформаційних ресурсів організації, окрім для них призначених. Якщо інформаційна система не відповідає вимогам безпеки, вона може спричинити значні матеріальні збитки підприємству. Як відомо, захист інформації від зовнішніх втручань здійснюється гнучким управлінням при використанні певних програмних продуктів [2,4].

Виходячи з цього, з метою підвищення ефективності процесів управління на залізничному транспорті пропонується створити спеціальні підрозділи у кожній структурній одиниці АТ Укрзалізниці. Дані підрозділи націлені не тільки на створення програмного забезпечення, але і постійного оновлення інформації, а також супроводження в процесі експлуатації, протягом якої відбувається виявлення скритих помилок і їх виправлення.

Вимоги безпеки забезпечуються сучасними засобами розробки інформаційних систем, сучасною апаратурою, методами захисту інформації, використанням паролів і протоколюванням, постійним моніторингом стану безпеки операційних систем і заходів їх захисту.

Виходячи з вище наведеного, робимо висновок, інформаційна система на залізничному транспорті повинна бути адаптованою до сучасних умов з урахуванням безпеки при користуванні. З

метою повного інформаційного поєднання між системами різних рівнів та для зручності, пропонується розширити структуру управління залізничного транспорту, додавши в її алгоритм спеціальні підрозділи у кожній структурній одиниці АТ Укрзалізниці. Удосконалені структурні підрозділи повинні мати високу готовність до надання послуг, які реалізуються з мінімальними витратами, а також поєднувати нові та існуючі системи та взаємодіяти з зовнішніми системами на всіх рівнях управління як далекого зарубіжжя, так і інших видів транспорту.

Список використаних джерел

1. Антоненко В. М. Сучасні інформаційні системи і технології: навч. посібник. / С.Д. Мамченко, Ю.В. Рогушина - Ірпінь: Нац. університет ДПС України, 2016. 212 с.
2. Анісімов А.В. Інформаційні системи та бази даних: навч. посібник для студентів факультету комп'ютерних наук та кібернетики. / А.В. Анісімов, П.П. Кулябко – Київ. – 2017. – 110 с.
3. Гайфуллін Б.М. Автоматизовані системи управління підприємством / І.А. Обухів - Київ : Юрінком Інтер-файс-Прес, 2005. 248 с.
4. Ломотько Д.В. Управління транспортними технологіями: Конспект лекцій / Г. О. Примаченко, Ю. В. Шульдінер, О. М. Харламова – Харків: УкрДУЗТ, 2020. – Ч. 1. – 48 с.

Buriak S. Yu., Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Gololobova O. O., Candidate of Engineering Sciences, Assistant (Ukrainian State University of Science and Technologies, Dnipro)

IMPACT OF DISCHARGE DEPTH ON LITHIUM-ION BATTERY LIFE

Lithium-ion batteries are reusable batteries designed for cyclic use in charge-discharge mode. Reversible chemical processes of oxidation and reduction take place inside them. The charge from the cathode to the anode and back is transferred by lithium ions, which are embedded in the crystal lattice of graphite and metal oxides, forming a chemical bond.

Lithium-ion batteries wear out over time. Factors that contribute to their degradation include elevated temperatures, increased voltage effects, large changes in the state of charge large current values during charge and discharge, and finally cycling frequency.

Depth of discharge refers to the capacity of the battery in a different range of states of charge. The upper and lower levels of charge degrees have a great influence on the resource. This is primarily due to the preliminary thesis that stress levels also have an effect.

Overcharging lithium-ion batteries results in irreversible degradation and reduced capacity and power. This is due to the fact that when the negative electrode is recharged, lithium metal is deposited on it. Too much excess lithium due to an unbalanced initial ratio of positive and negative masses of the electrodes is the main cause of deposition. The potential of the positive electrode, as a result of the same imbalance, does not reach its optimal state.

Another reason for overcharging the negative electrode is the forced charge, which leads, in some cases, to excessive polarization of the electrode. Lithium deposited on carbon quickly reacts with the solvent and forms a film on the surface of the electrode, covered with a layer of salt and other products. The film, by blocking the pores in the carbon, reduces the size of its working surface, which leads to a decrease in the activity of the electrode and degradation of the capacity.

For lithium-ion batteries, the charge level is one of the factors affecting the service life. An increase in resource can be achieved by reducing the depth of discharge, as well as achieving the same level of charge degree. At the same time, operation in the middle ranges improves the service life, in contrast to operation in high ranges of state of charge, that is, an incomplete charge of the battery also increases the maximum number of cycles.

Despite the low voltage level, the range between 5% and 15% reduces battery life. A single battery cycling in the 40-60% range contains minimal reduction in battery capacity. The range of 60-80% reduces the resource, equivalent to the lower range, which is explained by the high voltage level.

Thus, taking into account the above, it is possible to artificially extend the lifespan of a lithium-ion battery by avoiding operating it at extreme temperatures, over-discharging, over-charging, over-voltage, large change in state of charge, too much current during charge and discharge, as well as high cyclic switching frequency.

References

1. Rahman, A.; Lin, X. Li-ion battery individual electrode state of charge and degradation monitoring using battery casing through auto curve matching for standard CCCV charging profile. *Appl. Energy* 2022, 321, 119367.
2. Ma, Y.; Zhou, X.; Li, B.; Chen, H. Fractional modeling and SOC estimation of lithium-ion battery. *IEEE/CAA J. Autom. Sin.* 2016, 3, 281-287.

3. Hu, X., Xu, L., Lin, X., Pecht, M. Battery Lifetime Prognostics. *Joule* 2020, 4, 310-346.

Індик С. В., к.т.н. (УкрДУЗТ)

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ АНСАМБЛІВ СКЛАДНИХ СИГНАЛІВ ВЕЛИКОГО ОБ'ЄМУ

Зниження рівня завад множинного доступу є актуальною задачею при проектуванні когнітивних телекомунікаційних систем. Такі процеси виникають при одночасній взаємодії користувачів однієї мережі в спільній смузі частот і приводять до погіршення продуктивності систем, їх перевантаження, витoku конфіденційної інформації та відмови у обслуговуванні.

З метою компенсації негативного впливу завад множинного доступу були розроблені методи формування ансамблів складних сигналів великих об'ємів, отриманих шляхом перестановок відфільтрованих частотних сегментів. При цьому важливим завданням було визначення максимального рівня викидів бічних пелюсток взаємодіяючих функцій результуючих ансамблів складних сигналів залежно від смуг фільтрації та, відповідно, їх вплив на об'єм ансамблів. Також було досліджено залежність рівня завад множинного доступу від кількості та тривалості імпульсів у вихідних послідовностях, які використовуються для формування ансамблів складних сигналів на основі перестановок частотних сегментів.

У результаті проведених досліджень було суттєво спрощено процедуру визначення ширини смуги фільтра для формування частотних сегментів. Визначення оптимальних параметрів смугової фільтрації в різних областях спектру до послідовностей з покращеними взаємодіяючими властивостями з подальшим переведенням сигналів у загальну смугу та застосуванням перестановок до отриманих частотних елементів дозволило збільшити обсяг ансамблів складних сигналів при допустимому зниженні взаємодіяючих характеристик.

Список використаних джерел

1. Setoodeh P. *Fundamentals of cognitive radio* / P. Setoodeh, S. Haykin. – Hoboken: John Wiley & Sons, 2017. – 207 p. DOI:10.1002/9781119405818.

2. Lysechko V. P., Kulagin D. O., Indyk S. V., Zhuchenko O. S., Kovtun I. V. The study of the cross-correlation properties of complex signals ensembles obtained by filtered frequency elements permutations. *Radio Electronics, Computer Science, Control. National*

University «Zaporizhzhia Polytechnic», 2022. Issue 2 (61). P. 15 – 23.

3. Cameron R. J., Kudsia C. M., Mansour R. R. *Microwave filters for communication systems: fundamentals, design, and applications*. New York: Wiley & Sons. 2007. 771 p. DOI:10.1002/9781119292371

*Morozova O.M., PhD student,
Nerubatskyi V.P., PhD, Associate Professor,
Komarova H.L., PhD, Associate Professor,
Voloshyna L.V., PhD, Senior Teacher
(Ukrainian State University of Railway Transport),
Morozov O. V., PhD, Associate Professor
(Kharkiv National Medical University)*

METROLOGICAL ASSURANCE OF THERMOABRASIVE NOZZLE MANUFACTURING: REQUIREMENTS AND BASIC CHARACTERISTICS

One of the main requirements for the construction and operation of tool materials is compliance with the norms of standardisation, in particular, currently thermoabrasive nozzles are subject to the standard of the International Standardisation Organisation ISO 9013:2017 of the National Standardisation Organisation (ISO). The metrological requirements for the manufacture of thermal abrasive nozzle products are defined according to ISO 9013:2017 "Thermal cutting. Classification of thermal cutting. Product geometric characteristics and quality tolerances" [1].

ISO 9013:2017 provides product geometric characteristics and quality tolerances for the classification of thermal cutting of materials suitable for oxy-flame cutting, plasma cutting and laser cutting. It is applicable for gas cutting from 3 mm to 300 mm, plasma cutting from 0.5 mm to 150 mm and laser cutting from 0.5 mm to 32 mm. Thermal cutting processes can be classified according to the physics of the cutting process and the source of energy externally applied to the workpiece. All processes used in practice are their mixed forms. They are classified by the predominant process of combustion, melting or sublimation. The reaction process proceeds always in depth and, when travelling, in a forward direction.

Classification of thermal cutting techniques

| Physics of cutting process | | |
|----------------------------------|----------------|---------------------|
| Oxygen cutting | Fusion cutting | Sublimation cutting |
| Processes applicable for cutting | | |

| Oxygen cutting | Plasma cutting | Laser cutting |
|---|--|--|
| Materials | | |
| iron, unalloyed steel, some alloyed steel, titanium and some titanium alloys, chromium-nickel or silicon steels and cast irons using special measures (treatment with various thermal cutting processes, e.g. powder cutting or plasma cutting) | unalloyed and low-alloyed steels, alloyed steels, nickel-based materials, copper alloys, titanium alloys, aluminium alloys | unalloyed and alloyed steels, nickel-based materials, titanium alloys, aluminium alloys and others |

The requirements of ISO 9013:2017 are based on part or the complete document of standards such as, Geometrical Product Specification s (GPS) — Indication of surface texture in technical product documentation ISO 3274 , Geometrical Product Specification s (GPS) — Surface texture: Profile method — Nom inal characteristics of contact (stylus) in struments ISO 4288 , Geometrical Product Specification s (GPS) — Surface texture: Profile method — Rules and procedures for the assessment of surface texture ISO 8015 , Geometrical product specification s (GPS) — Fundamentals — Concepts, principles and rules

To summarise, compliance with ISO 9013:2017 in the manufacture of thermoabrasive nozzles ensures that certain quality standards are met, which is crucial for manufacturing industries.

References

1. Reference number ISO 9013:2017(E). Thermal cutting — Classification of thermal cuts — Geometrical product specification and quality tolerances

*Примаченко Г. О., к. т. н., доцент,
Машуренко Т. М., магістрант,
Сіяльський В. А., магістрант,
Слободянюк О. П., магістрант (УкрДУЗТ)*

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВЗАЄМОДІЇ РІЗНИХ ВИДІВ

ТРАНСПОРТУ ІЗ ЗАЛІЗНИЧНИМ В УКРАЇНІ

Взаємодія різних видів транспорту часто зустрічається при транспортуванні масових вантажів. Основна частина масових перевезень здійснюється залізничним та морським шляхом. Залізниця є найбільш популярним транспортним засобом для перевезення масових вантажів. Структура перевезення вантажів залізницею залишається стабільною протягом тривалого часу. Вантажна база складається з таких вантажів як вугілля, залізна руда, чорні метали, зерно. В той же час значну частину міжнародних морських вантажних потоків також становлять такі масові перевезення.

Транспорт включає в себе всі види шляхів сполучення, транспортні засоби, технічні пристрої та споруди, які забезпечують переміщення людей та вантажів з одного місця в інше. Головною метою транспорту є переміщення вантажів і пасажирів.

Існує п'ять основних видів транспорту: залізничний, автомобільний, морський (річковий, озерний), повітряний та трубопровідний.

Залізничний транспорт відрізняється великими масштабами та відносно низькою вартістю перевезень. Залізниці сьогодні мають велике значення, оскільки вони ефективно та економічно перевозять великі обсяги вантажів на великі відстані. Однак, його недоліками є обмежена маневреність, необхідність додаткових перевезень за допомогою інших видів транспорту та висока вартість будівництва залізниць.

Автомобільний транспорт має високу маневреність, що робить його вигідним для коротких відстаней. Гнучкість доставки та висока швидкість міжміських перевезень зробили автотранспорт невід'ємною частиною логістичних систем. Незважаючи на зростання витрат на обслуговування техніки, зарплату водіїв, вантажників та ремонтників, автотранспортні перевезення зберігатимуть своє значення в майбутньому для задоволення транспортних потреб логістики.

Морський транспорт має низьку вартість перевезень і особливу здатність перевозити великі вантажі. Використовують два типи суден – глибоководні, які потребують портів з глибоководними акваторіями, і дизельні баржі, які мають більшу гнучкість. Однак, морський транспорт має невелику швидкість переміщення і залежить від різних умов. У сучасних умовах військових дій в Україні дуже складно здійснювати перевезення морським транспортом, що переорієнтувало значну частину вантажів на автомобільний та залізничний.

Транспортний комплекс є сукупністю розвинутих галузей народного господарства,

спеціалізованих на задоволенні потреб економіки та населення в перевезенні вантажів і пасажирів. Він включає в себе всі види транспорту, транспортне машинобудування, транспортне будівництво, транспортні паливно-енергетичні системи, фахову освіту і наукові організації.

Єдина транспортна система може бути розглянута як сукупність шляхів сполучення, технічних засобів і пристроїв усіх видів транспорту, які об'єднані системою технологічних, технічних, інформаційних, економічних і правових відношень для задоволення потреб народного господарства в перевезенні вантажів і пасажирів.

Таким чином, єдина транспортна система включає різноманітні види транспорту, які обслуговують сферу обертання продуктів і товарів, а також перевезення пасажирів. Однак, транспорт також використовується для обслуговування процесу виробництва на підприємствах (внутріцехові, міжцехові, технологічні перевезення, перевезення з цехів на склад готової продукції), але в цьому випадку він є складовою частиною засобів виробництва і не входить до єдиної транспортної системи країни.

Перевезення продукції зі складів підприємств до станцій, перевантажувальних пунктів та інших місць (і навпаки) є частиною процесу перевезення в сфері обігу, незалежно від виду транспорту - загального користування або власних транспортних засобів вантажовідправників і вантажоодержувачів. Отже, зовнішні під'їзні колії промислових підприємств варто розглядати як невід'ємну частину єдиної транспортної системи країни.

Згідно зі статтею 21 "Єдина транспортна система України" розділу II "Транспортна система України" Закону України про транспорт [1], до ЄТС України входять: транспорт загального користування (залізничний, морський, річковий, автомобільний, авіаційний, а також міський електротранспорт, включаючи метрополітен); промисловий залізничний транспорт; відомчий транспорт; трубопровідний транспорт; шляхи сполучення загального користування (автодороги).

Досвід провідних країн, таких як США, Китай, показує, що залізничний транспорт є ключовим перевізником, який може забезпечити значні обсяги транзитних перевезень, включаючи мультимодальні технології. В Україні залізниця виконує близько 35% контейнерних перевезень і більше 50% вантажних, і ця частка продовжує зростати. Останнім часом активно впроваджується технологія перевезення контейнерними поїздами як в межах країни, так і міжнародно. У цьому напрямку спостерігаються позитивні результати співпраці держави і приватного сектору.

Список використаних джерел

1. Закон України «Про транспорт» [Електронний ресурс]. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/232/94-%D0%B2%D1%80#Text> – Дата звернення: 14.10.2023

*Б.Т. Ситнік, к.т.н., доцент,
В.О. Брикін, к.т.н., доцент
(УкрДУЗТ)*

АВТОМАТИЧНЕ ФОРМУВАННЯ ТА РЕГУЛЮВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ШВИДКОСТІ ПОЇЗДА А НА ДІЛЯНЦІ ПРОХОДЖЕННЯ

Для управління високошвидкісними рухомими об'єктами (РО) (роботи, дрони, локомотиви, авто- та авіатранспорт) з нелінійними та змінними параметрами, що функціонують в умовах впливу на них оточення (маса, вітер, підйоми, ухили, радіуси траєкторій руху, перешкоди змінної інтенсивності), необхідне формування заданих нелінійних траєкторій руху на ділянках руху, обмеження необхідної швидкості руху в уставці регулятора швидкості, нелінійна корекція параметрів у налаштуваннях систем управління та ін.

Основними недоліками існуючих диспетчерських підсистем для реалізації автоматичного оперативно-диспетчерського управління є: відсутність інтеграції з контурами управління нижнього рівня ієрархії; не вирішуються завдання прогнозування розвитку поточних ситуацій; значна залежність ефективності управління від суб'єктивних та обмежених фізіологічними характеристиками якостей машиністів та диспетчерів.

Перспективні системи автоматичного керування поїздом здатні видавати нескінченне число градацій швидкості, проте як і раніше в цьому ланцюжку, як передавальна і вкрай ненадійна ланка знаходиться людина. Виняток машиніста з ланцюга бортової системи керування високошвидкісним локомотивом шляхом створення автомашиніста (надання його функцій диспетчеру руху), забезпечить безпосередню взаємодію трьох систем: СЦБ, автомашиніст, локомотив. Це особливо актуально [1-3] в зв'язку з необхідністю формування та підтримки раціональної швидкості руху РО при її зростанні в системах керування рухом високошвидкісним транспортом (СКРВТ) і з відсутністю ряду найважливіших засобів автоматичного контролю (наприклад, завад та перешкод змінної інтенсивності, величини радіусів

прохідних кривих r ; підйомів/ухилів j , достовірної і оперативної інформації про дислокацію і ін.). Це потребує формування керуючих впливів в умовах невизначеності, нечіткості. *Перспективні СКРВТ повинні виконувати автоматизоване ведення графіків руху і на відміну від існуючих систем, які тільки задають обмеження швидкості на основі даних підсистем автоблокування, автоматично формувати раціональну швидкість поїзда.* Для ефективного автоматичного керування швидкістю перспективні адаптивні СКРВТ повинні мати розвинену базу даних, частина якої дубльована в бортових комп'ютерах локомотивів. Така база даних повинна включати: цифрову карту мережі залізниць, цифровий опис планів станцій, цифрові дані про стан (чітка і нечітка інформація) рейкового шляху, супутникову дислокацію рухомих одиниць (приблизну), дислокацію, яка визначається за електронними пікетами (точна), швидкість, яка рекомендується диспетчерськими підсистемами на основі розподілу РО в результаті слідкування за перевезеннями, рекомендовані графіки руху поїздів, величини радіусів прохідних кривих r ; підйомів/ухилів j (профіль колії), масу (вагу) m поїздів, яка визначається масоізмєрїтелями рухомих об'єктів.

Наявність зазначеної бази даних, дозволяє прогнозувати такі переваги перспективних систем СКРВТ:

- на основі моделювання, адаптації і оптимізації систем корекції швидкості руху поїздів за критерієм гарантованого ступеню стійкості збільшити дільничну швидкість поїздів, підвищити стабільність підтримки графіків руху, скоротити парк вагонів і локомотивів, та зменшити енерговитрати в перехідних процесах];

- зменшити кількість непередбачених їх зупинок, нераціональних затримок поїздів всіх категорій на ділянках залізниць;

Таким чином, автоматичне формування та регулювання раціональної швидкості поїзда в функції поточного становища на ділянці проходження є основою автоматичного (без участі машиніста) ведення графіка руху і вдосконалення експлуатації засобів рейкового транспорту.

На основну систему керування покладаються функції керування графіком руху поїзда. Значення швидкості на i -й ділянці шляху може бути задано автоматично по карті графіка руху поїзда по ділянці проїзду за сигналами системи АЛС, а значення гранично-допустимого прискорення - в межах від $\pm 0,4/c^2$ до $\pm 0,7$ m/c^2 . Маючи карту (графік) руху, можна синтезувати керування для окремих ділянок руху.

Режими руху поїзда по координатам швидкість-час можна розділити на кілька фаз: розгін, усталений рух, вибіг, гальмування і зупинка.

Переведення об'єкта з початкового стану $S(0)$ в кінцеве $S(t_k)$ за час t_k може здійснюватися за однією з можливих кривих ($S^1, \dots, S^l, \dots, S^q$) (траєкторій).

При цьому деякі показники якості можуть відрізнятися від оптимальних значень. Наприклад, відхилення від необхідного значення гранично-допустимого прискорення.

Для конкретної ділянки колії відомими є: величини радіусів прохідних кривих r ; підйомів/ухилів j (профіль колії); початкові і кінцеві умови по колії і швидкості руху (S_0, S_k, V_0, V_k); гранично допустимі значення прискорення і сили тяги; час руху. Тут обмеження початкових і кінцевих значень ділянки колії і швидкості повинні виконуватися строго, тобто повинне вирішуватися завдання знаходження оптимальної траєкторії. Дані про гранично-допустимі значення прискорення на ділянці колії повинні використовуватися для знаходження оптимальної траєкторії.

До теперішнього часу системи автоматичного формування нелінійних кривих графіка руху поїзда гарантованої точності не створені. В останні десять років інтенсивно розвиваються методи синтезу автоматичних систем формування вхідних нелінійних сигналів в контури автоматичного керування швидкістю РО, що реалізують графік руху в реальному масштабі часу, на основі нечіткої логіки, нейронних мереж і нейронечітких мереж [1-2].

Запропонована структура адаптивної моделі системи нечіткого завдання швидкості $V_0(s)$ з адаптивною корекцією помилки регулювання швидкості $e(t,s)=V_0(\Delta s)-V(t)$ за фактичними параметрами проходження.

До запропонованої моделі системи додатково до звісної моделі залучен блок завдання графіку руху, якій має додатковий вхід для для введення сигналу відхилення $\Delta S(V)$ поточної координати шляху проїзду $S(V)$ від заданої відстані S_k . Сигнал $V_0(\Delta s)$ завдання швидкості руху формується блоком по сигналу відхилення $\Delta S(V)$. Сигнал помилки регулювання швидкості формується блоком по формуле $e(t,s)=V_0(\Delta s)-V(t)$.

Наведені вихідні варіанти кривих необхідного графіка зміни швидкості поїзда при русі на певній ділянці шляху при максимальному прискоренні/уповільненні. У процесі руху поїзда (дизель-поїзди, електропоїзди) для кривої графіка руху можна виділити задані обмеження швидкості і довжини ділянок обмеження. Рух з постійною швидкістю при проїзді, рух з прискоренням, і з уповільненням. При цьому в процесі руху повинен дотримуватися графік руху, який передбачає прибуття поїзда в кінцевий пункт в строго призначений час при максимально допустимих значеннях швидкості руху, прискорення і

уповільнення, тобто має здійснюватися вимога переведення об'єкта керування з початкового стану S_0 в кінцеве S_{k+1} за необхідний час. Ці обмеження швидкості на певній ділянці шляху визначаються, наприклад, з умов комфортності пасажирів, мінімальності енерговитрат, швидкодії та інших умов.

Оцінку потрібного числа нейронів (термів), забезпечуючих задану точність реалізації моделі формування графіка руху по максимальному відхиленню між системною та модельно кривими на ділянці апроксимації наведено в [1-2].

Список використаних джерел

1. V. Sytnik. CONSTRUCTION OF AN ANALYTICAL METHOD FOR LIMITING THE COMPLEXITY OF NEURAL-FUZZY MODELS WITH GUARANTEED ACCURACY / V. 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. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vejpte_2019_2%284%29_2, <http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi->

2. Ситнік Б. Т. Моделі і методи створення систем реалізації графіків руху високошвидкісних поїздів з адаптивною корекцією швидкості за фактичними параметрами проїзду. Частина 1. Структура автоматичної системи нечіткого задання графіка швидкості руху рухомого об'єкта з її корекцією за фактичними параметрами проїзду/Ситнік Б. Т., Бриксин В. О., Ломотько Д. В., Ситник В. В., Давидов І. В./Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – Харків: 2021. – №4. – С.24–35. - Режим доступу: <https://doi.org/10.18664/iksz.v26i4.247235>

*Лагута В. В., к.т.н., доцент
(Український державний університет
науки і технологій, м.Дніпро)*

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ ПОЇЗДІВ ТА МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ПОЯВИ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВІДМОВ

Кінцевою метою впровадження систем технічної діагностики (ТД) є забезпечення безпечності перевізного процесу за рахунок

підвищення надійності роботи систем та механізмів залізничної автоматики і телемеханіки (СЗАТ).

Поняття безпеки руху поїздів можна сформулювати як визначальна сукупність властивостей технічних і технологічних засобів залізничного транспорту, навколишнього середовища та цілеспрямованої діяльності людини. Методи забезпечення безпеки дуже різноманітні, але можуть бути зведені до двох основних принципів. Перший принцип пов'язано із введенням надмірності в створювані елементи, вузли, пристрої, системи та подання інформації в ній. Відповідно до другого принципу забезпечення безпеки досягається застосуванням засобів, що локалізують розвиток несприятливих процесів, що захищають систему від видачі неправильних впливів, що попереджають про можливе настання екстремальних ситуацій, які управляють функціонуванням об'єкта в критичних ситуаціях.

Використання з метою управління рухом поїздів інформаційних ресурсів у сучасних системах зумовило появу необхідності забезпечення інформаційної безпеки при функціонуванні таких систем. Основна увага в теорії та практиці забезпечення інформаційної безпеки зосереджено на їхньому захисті від несанкціонованого доступу з метою збереження конфіденційності інформації, її цілісності, доступності дозволенним користувачам. Для однозначного поділу понять та вимог інформаційної безпеки та безпеки руху поїздів, що забезпечується пристроями та системами управління, для останньої застосовується новий термін – функціональна безпека.

Проблеми функціональної безпеки систем залізничної автоматики та телемеханіки (СЗАТ) розглядаються в ряді міжнародних стандартів [1-3], відповідно до яких до основних понять функціональної безпеки відносяться наступні:

- система, що пов'язана з безпекою;
- функція безпеки та повнота безпеки;
- рівень повноти безпеки;
- стан безпеки;
- відмови.

Функцію, яка відображає деякою величиною безпеку системи, метою якої є забезпечення або підтримання безпечного стану стосовно конкретного небезпечного стану, називають функцією безпеки.

Повнота безпеки – це рівень задовільного виконання системою необхідних функцій безпеки за всіх заданих умов протягом певного періоду часу. У стандарті ІЕС 61508 наводяться чотири рівні повноти безпеки (РПБ):

РПБ 1 $\geq 10^{-6}$ до $< 10^{-5}$, (інтенсивність небезпечних відмов), година⁻¹;

РПБ 2 $\geq 10^{-7}$ до $< 10^{-6}$, година⁻¹;

РПБ 3 $\geq 10^{-8}$ до $< 10^{-7}$, година⁻¹;

РПБ 4 $\geq 10^{-9}$ до $< 10^{-8}$ година⁻¹.

РПБ 1 досягається відносно легко за умови застосування на всіх стадіях розробки та виробництва вимог стандартів якості.

РПБ 2 вимагає більше перевірок і випробувань ніж для УПБ 1, що призводить до підвищення вартості системи.

РПБ 3 вимагає більш істотних зусиль і вищої компетенції розробників, ніж у випадках РПБ 1 та УПБ 2. Важливими факторами є вартість та час розробки.

РПБ 4 вимагає проведення складної розробки з використанням певної новизни та застосування формальних методів. Вартість такого проекту є дорогою і при створенні знадобиться виключно висока компетентність.

Для систем, пов'язаних з безпекою, застосовують кілька кількісних показників функціональної безпеки. На залізничному транспорті поширені такі показники, як інтенсивність небезпечних відмов, ймовірність небезпечних відмов, ймовірність безпечної роботи за заданий час, середнє напрацювання до небезпечної відмови та інші. Визначають ці параметри експериментально, розрахунковим шляхом або за допомогою моделювання. Однак необхідно відзначити, що поява небезпечної відмови - рідкісна подія, і для визначення її ймовірнісних параметрів експериментальними методами потрібен час, що значно перевищує життя досліджуваного пристрою. Крім того, поява такої рідкісної події, як небезпечна відмова, не можна описувати відомими законами розподілу випадкових подій, що піддаються аналітичним дослідженням, а, отже, розрахункові методи для отримання всіх перелічених характеристик безпеки не можуть бути адекватні фактичним параметрам пристрою. Математичне моделювання процесів появи небезпечних відмов є потужним інструментом дослідження пристроїв та систем управління на відповідність вимогам безпеки, але для його реалізації необхідно створення відповідного математичного опису об'єкта дослідження – процесу появи небезпечних відмов, що не може бути повною мірою реалізовано через висловлені вище причини.

Для створення складних багаторівневих СЗАТ на мікропроцесорних компонентах виникає необхідність у виробленні комплексного підходу до раціонального використання аналітичних і експериментальних методів доказу безпеки. З цієї метою доцільно поєднувати результати математичного з результатами експертизи технічної

та конструкторської документації, випробуваннями імітаційних моделей програмно-апаратних засобів, стендовими випробуваннями, а також з оцінками безпеки за статистичними даними про відмови в процесі експлуатації.

Список використаних джерел

1. IEC 61508: 1-6. Functional safety of electrical / electronic / programmable electronic safety – related systems. 1998 – 2000.

2. CENELEC EN 50126: Railway Applications - The Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS). 1998.

3. CENELEC EN 50126-2: Railway Applications: Dependability for Guided Transport Systems. Part 2: Safety. 1999.

*Sadovnykov B.,
Zhuchenko O.,
Perets K.(USURT)*

UDC 621.396.2

OVERVIEW OF STATE-OF-THE-ART IMAGE OBJECT DETECTION AND CLASSIFICATION APPROACHES

Problem of object detection and classification has always been a pretty complex and current topic in the computer vision area. A proper solution of this problem will give us a lot of different quality of life improvements. First of all it's a huge enhancement in the automotive area, manufacturing automation, city traffic control, different kinds of tasks related to children activity monitoring, and this list can be extended even further. Under the "proper" word we mean that object detection and classification algorithms should have good accuracy, ability to process data in real time and save accuracy with some noises, work with low quality input images, and different lighting.

Requirements listed above are quite complex for the conventional computer vision algorithms, let's discuss it in more detail. It makes sense to start with some sort of algorithm definition. Algorithm is a sequence of steps required to achieve some result. In the case of computer vision, it's a set of mathematical operations and transformation applied to pixel data of an image. This set is predefined by algorithm developer and constant. Any adjustments and fine tuning for a particular image data set or working environment have to be done by developers and basically we have a lot of similar algorithms but with some minor differences in numbers or steps, like a bit different filter size, weights or thresholds. In other words, conventional algorithms lack flexibility and ability to adapt themselves to the working environment without human's efforts. This drawback is crucial for the object detection and

classification task. However, a lot of conventional algorithms are acceptable and efficient. Image preprocessing, noise compensation algorithms can be used as one of the steps to solve the object detection problem.

Nowadays artificial intelligence and machine learning areas have made a huge step forward. A lot of difficult problems were solved by deep learning methods and approaches. Neural networks can perform a variety of different tasks and image processing is a major area of interest.

The primary advantage of machine learning algorithms over conventional ones is its flexibility. It was mentioned earlier, in order to adapt a regular algorithm to some variances in input data, engineers have to manually change implementation, while deep learning methods can adjust itself according to the input. So we have the neural network architecture which works well for a slightly different input data[1] without any side modifications. This flexibility greatly simplifies implementation of computer vision algorithms since the amount of corner cases is less and the algorithm itself can find difficult underlying logic in data. Deep learning is a good candidate to solve image object detection and classification problems[2].

Convolutional neural network (CNN) is a separate class of neural networks created for image processing tasks. CNN usually contains numerous layers of connected neurons. Primary goal of CNN is to simulate visual processing of the human brain. This class of neural networks solves problems like object classification, face recognition, detecting anomalies in X-ray and MRI images, etc. CNN automatically extracts important features from image bytes and performs classification based on it. Network defines which features will be extracted depending on input data and the task during the training stage. Usually the first level of CNN[3] collects low-level details of image, like edges and texture, each next layer of the network works with more abstract information.

Object detection and classification are actually two separate tasks. Object detection means finding an object on an image ignoring background. Image classification is a labeling of detected objects with information about what exactly these objects are. So firstly the algorithm detects the object and after it classifies it. Due to the possibility to separate these two steps, there exist two types of object detection and classification algorithms: single shot object detectors and two shot (two stage) object detectors.

Let's take a look at single shot object detection algorithms. These family of algorithms look for objects bounding boxes and classify objects simultaneously, during one pass through image pixels. YOLO and SSD[4] algorithms are the current state-of-the-art single shot object detectors. These algorithms locate objects on

image and classify it. Class of these neural networks is CNN.

In contrast to single shot detectors, two stage algorithms have separate steps to propose possible object bounding boxes and to classify it. Modern implementation of this approach is the R-CNN family of algorithms.

Talking about performance of discussed algorithms, single shot detectors demonstrate better performance, but the price for it is lesser accuracy especially with small objects. According to benchmarks on different image data sets, R-CNN doesn't have enough recognition speed for real time systems. Currently, for real time systems YOLO and SSD are the best options.

As a possible way to improve recognition performance, we should use the fact that real time object detection means video data processing, so data from the previous frame can be used to process the current one. Usage of some lightweight objects tracking algorithm for already found objects instead of finding and classifying it on each frame with a neural network can lead to a huge performance boost. It means that we can run deep algorithms in less time, so we can consider usage of more heavy R-CNN for better accuracy.

References

1. Lysechko V., Syvolovskyi I., Shevchenko B., Nikitska A., Cherneva G.: Research of modern NoSQL databases to simplify the process of their design. Academic journal: Mechanics Transport Communications, 2023, vol. 21, issue 2, article №2363, ISSN 2367-6620
2. Lysechko V., Zorina O., Sadovnykov B., Cherneva G., Pastushenko V.: Experimental study of optimized face recognition algorithms for resource – constrained. Academic journal: Mechanics Transport Communications, 2023, vol. 21, issue 1, article №2343, ISSN 2367-6620
3. Sharada K., Alghamdi W., Karthika K., Alawadi A. H., Nozima G., Vijayan V., Deep Learning Techniques for Image Recognition and Object Detection, 2023, E3S Web of Conferences 399, 04032 (2023).
4. Feroz A., Sultana M., Hasan R., Sarker A., Chakraborty P., Choudhury T., Object Detection and Classification from a Real-Time Video Using SSD and YOLO Models, 2021, Computational Intelligence in Pattern Recognition

*Syvolovskyi I., Pastushenko V.
(Ukrainian State University of Railway
Transport)*

UDC 621.396.2

ANALYSIS OF EDGE COMPUTING ARCHITECTURES IN DISTRIBUTED TELECOMMUNICATION SYSTEMS

Modern trends in IT are constantly changing - from computers and smartphones, the focus has smoothly shifted to smart devices. Despite the slowdown in the pace of processor development, they have still reached the point where a unit with low power consumption can perform more complex tasks than just collecting and transmitting data [1]. Therefore, the modern concept of «smart device» has included many other devices, from cameras to light bulbs.

To characterize such systems, the term «Internet of Things» has been introduced, which implies a system consisting of many heterogeneous devices that can use different protocols to communicate with each other, perform different tasks and have varying degrees of autonomy.

This term includes: smart city systems, modern automotive solutions, home and city automation (e.g., traffic), industrial systems, etc.

But, the number of these devices has grown exponentially over the last 10 years: by 2022, there are already about 14.3 billion devices [2]. In each individual system, the number of devices is also measured in millions, which implies the generation of a colossal amount of data at a constant pace.

This creates a problem - traditional system architectures with a dedicated backend may not be able to handle such a data flow. In addition, much of the data in its raw form is not valuable (it cannot be used) and must be further processed [3].

To deal with such tasks, a new paradigm for system design has been introduced: «Edge Computing», in which part of the computation is delegated to intermediate nodes between the Backend (cloud) and the devices, which are called «Edges».

Later, within this paradigm, various architectures and approaches to the design of these systems have been developed, including: «Fog computing», «Dew Computing» and their hybrid sub-varieties.

Although, «Edge Computing» and «Fog Computing» are used synonymously, depending on the nature of the system, its size and the interpretation of these terms, they can differ significantly. But, the most common distinction is that in Fog Computing, nodes are part of the cloud layer, while in Edge, nodes are part of the device layer.

A while after the term was introduced, Cisco, Intel, Microsoft and others organized a consortium for standardization of Fog Computing - OpenFog. One of the results of the collaboration was the architecture of the

same name, which is proposed as a basic architecture for this kind of systems [4].

This standard describes an N-tier architecture that consists of:

- Cloud infrastructure – aggregation of data, transforming it into a specific form for storage and further use.

- Cloud tier nodes – filtering, compression and other types of data transformation and processing. In some cases - analytics.

- Edge tier nodes – data collection from devices, data normalization, device management.

- Client devices.

However, these tiers are not constant; their number depends directly on the system characteristics:

- The number of client devices and their ratio relative to the processing nodes.

- The set of functionalities that each tier of nodes performs.

- The required system availability, security and latency between system tiers.

In the other way, the levels are divided into layers, the number and kind of which also varies with the type of the system.

Thus, despite this attempt to standardize Fog Computing concepts, many of them are of a recommendatory or general nature and are not particularly suitable for specific cases of certain systems, e.g., distributed video surveillance systems. This is why research on developing architectures for Fog Computing systems is still going on.

Currently, many architectures with three layers have already been proposed by different researchers, as well as, with four, five, six, and even seven layers [5].

For a seven-layer architecture, in addition to the standard three layers, there are also separate ones for:

- Layer for system state monitoring in order to efficiently distribute tasks or resources.

- Layer for pre and post processing of data, as well as their analysis.

- Layer for data storage (storage virtualization).

- Layer for allocation (and reduction) of resources depending on the system load and state.

- Layer for data security, in particular, encryption.

While the use of these concepts can solve many problems of the traditional Backend approach, it also creates new ones: data security between tiers, data storage at all tiers except cloud, data transfer methods, achieving system autonomy and offline operation, load balancing, and so on need to be more carefully considered. Thus, the standardization process is still in progress.

References

1. Lysechko V., Zorina O., Sadovnykov B., Cherneva G., Pastushenko V.: Experimental study of optimized face recognition algorithms for resource – constrained. Academic journal: Mechanics Transport Communications, 2023, vol. 21, issue 1, article №2343, ISSN 2367-6620

2. Sinha S.: State of IoT 2023: Number of connected IoT devices growing 16% to 16.7 billion globally. <https://iot-analytics.com/number-connected-iot-devices/>, accessed: 2023-10-14

3. Lysechko V., Syvolovskyi I., Shevchenko B., Nikitska A., Cherneva G.: Research of modern NoSQL databases to simplify the process of their design. Academic journal: Mechanics Transport Communications, 2023, vol. 21, issue 2, article №2363, ISSN 2367-6620

4. White paper: OpenFog Reference Architecture for Fog Computing. https://www.iiconsortium.org/pdf/OpenFog_Reference_Architecture_2_09_17.pdf, accessed: 2023-10-14

5. Naha R.K., Garg S., Georgekopolous D., Jayaraman P.P., Gao L., Xiang Y., Ranjan R.: Fog Computing: Survey of Trends, Architectures, Requirements, and Research Directions, IEEE Access, vol. 6, pp. 47980-48009, 2018.

Кустов В.Ф., к.т.н. (УкрДУЗТ)

ОСОБЛИВОСТІ СТАНДАРТИЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ТА РЕГУЛЮВАННЯ РУХУ ПОЇЗДІВ

Проблема забезпечення електромагнітної сумісності технічних засобів систем керування та регулювання руху поїздів є дуже актуальною з наступних причин:

1) в цих системах, безпосередньо пов'язаних з безпекою руху поїздів, почали використовувати електронні та електронні/програмовані пристрої, у тому числі на базі мікропроцесорних контролерів та ЕОМ, в яких чутливість до електромагнітних завад у мільярди разів менше, ніж в основних і масових елементів традиційних релейних систем залізничної автоматики - електромагнітних реле;

2) електронні елементи мають симетричні відмови, як із-за старіння, так і внаслідок впливів завад, тому вони можуть привести до аварій і катастроф, що підтверджує світовий досвід (в релейних системах це практично виключалося внаслідок використання реле як елемента з великою стійкістю до завад та несиметричними відмовами, при яких виникає тільки захисний стан, тобто внаслідок негативної дії завад в них може виникати

тільки затримка поїзда чи матеріальні збитки від пошкодження сигнального обладнання);

3) вплив електромагнітних завад може призводити до відмов пристроїв і систем, збоїв у програмному забезпеченні, внаслідок чого виникають затримки поїздів, пошкоджується значний обсяг обладнання;

4) вплив потужних електромагнітних завад може впливати на чутливі електронні елементи та суттєво погіршувати їхню імовірність небезпечних відмов без фізичного пошкодження, але з суттєвим перегрівом (підпалом), а у разі використання, наприклад, найбільш поширених способів резервування це погіршення призводить до квадратичної залежності погіршення функційної безпечності. Наприклад, внаслідок впливу грозових перенапружень інтенсивність небезпечних відмов каналів резервування може зменшуватися в тисячі разів, а системи в цілому – у мільйони разів.

З урахуванням цього вимоги щодо електромагнітної сумісності технічних засобів систем керування та регулювання руху поїздів в Україні майже 20 років тому були розроблені під керівництвом автора та викладені у державному стандарті ДСТУ 4151-2003 з датою початку дії 01.01.2004 р. Але, з урахуванням того, що за ці роки змінилися характеристики електромагнітних завад, зокрема з'явилися інші частоти мобільного зв'язку та інші джерела електромагнітних завад, чинність цього нормативного документа скасована з 01.01.2022 та введено в дію з 01.01.2021 р. інший нормативний документ - національний стандарт ДСТУ EN 50121-4:2019, який є ідентичним європейському стандарту EN 50121-4. Цей стандарт застосовують до сигнальної та телекомунікаційної апаратури, яку встановлюють в залізничному середовищі, він установлює норми для емісії завад та несприйнятливості, а також та надає критерії якості функціонування для сигнальної та телекомунікаційної апаратури [2]. На сигнальну та телекомунікаційну апаратуру, яку встановлюють на транспортних засобах поширюється ДСТУ EN 50121-3-2:2016 [3], а на сигнальну та телекомунікаційну апаратуру, яку встановлюють всередині підстанції та під'єднують до обладнання підстанції, поширюється ДСТУ EN 50121-5:2019. Положення цих стандартів використовують разом із загальними положеннями ДСТУ EN 50121-1.

Нормування емісії завад від залізничної системи в довідку регламентується стандартом ДСТУ EN 50121. Стандартизація електромагнітної сумісності для рухомого складу залізниць – згідно з введеним національного стандарту ДСТУ EN 50121-3-1.

До недоліків стандарту ДСТУ EN 50121-4:2019 можна віднести повну відсутність вимог щодо

динамічних змін напруги живлення – її короткочасних провалів, викидів, переривань та коливань. З урахуванням того, що згідно з "Правилами технічної експлуатації залізниць" дозволяється перемикання фідерів живлення до 1,3 с, а в мережах живлення часто виникають провали напруги живлення, необхідно відповідно і контролювати стійкість технічних засобів при вищевказаних динамічних змінах напруги живлення.

Не зрозумілим є вимога стандарту ДСТУ EN 50121-4:2019 для українських залізниць щодо стійкості до магнітного поля частотою 16,7 Гц з жорсткими умовами (100 А/м), яку дійсно необхідно використовувати для деяких європейських країн, де є система електрифікації залізниць змінного струму 15 кВ 16 $\frac{2}{3}$ Гц.

У доповіді надаються особливості використання нових стандартів з електромагнітної сумісності, практичний досвід використання для доказу функційної безпечності, сертифікації пристроїв та систем, зокрема на прикладі мікропроцесорної централізації стрілок та сигналів типу МПЦ-С.

Список використаних джерел

1. ДСТУ EN 50121-4:2019 Залізничний транспорт. Електромагнітна сумісність. Частина 4. Емісія завад і несприйнятливості сигнальної та телекомунікаційної апаратури (EN 50121-4:2016, IDT). Чинний з 01.01.2021.

2. ДСТУ EN 50121-3-2:2019 Залізничний транспорт. Електромагнітна сумісність. Частина 3-2. Рухомий склад. Апаратура (EN 50121-3-2:2016, IDT). Чинний з 01.01.2021 р.

3. ДСТУ EN 50121-5:2019 Залізничний транспорт. Електромагнітна сумісність. Частина 5. Емісія завад і несприйнятливості стаціонарних установок електроживлення та апаратури (EN 50121-5:2017, IDT). Чинний з 01.01.2021 р.

*Кривуля Г.Ф., Токарев В.В. Гарбузов Д.С.
(ХНУРЕ)*

ДІАГНОСТУВАННЯ ВЕЛИКОМАСШТАБНИХ СКЛАДНИХ ОБ'ЄКТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ

Для збирання діагностичних даних широко використовуються великомасштабні бездротові сенсорні мережі (БСМ). Застосування БСМ для моніторингу складних та великих об'єктів пов'язане з розташуванням великої кількості сенсорів (сотні, тисячі) вимірювальних сенсорів. Оскільки кожен поточний вимір пов'язаний з розташуванням вузла датчика у просторі, процес локалізації (визначення координат) по відношенню до локальної (глобальної) системи координат для кожного вузла має бути виконаний з необхідною точністю. Також при цьому для зменшення розмірності задачі доцільно використовувати фрагментацію БСМ після процесу локалізації вузлів. Сенсорні вузли зазвичай випадково розгортаються мобільним роботом або літаком, тому вони не мають попередньої інформації про своє місцезнаходження. Для великорозмірного розгортання оснастити кожен сенсорний вузол пристроєм глобальної системи позиціонування (GPS) через високу вартість та енергоспоживання неможливо. Тому визначення положення сенсорних вузлів, яке називається локалізацією, є однією з ключових технологій БСМ. Таким чином, мета локалізації - знайти фізичні координати для всіх вузлів датчиків. Розглянемо множину датчиків, розподілених по площі. Нехай невелика частина з них - якірні пристрої, які знають своє положення. Вони можуть бути оснащені GPS або розміщені точно в певних місцях із запрограмованою в них інформацією про місцезнаходження. Завдання полягає в тому, щоб локалізувати інші датчики за допомогою цих якорів. При випадковому розгортанні локалізація вузлів без вихідних координат ускладнюється, але для вирішення завдання використовують спеціальні вузли, які можуть визначати розташування інших вузлів автоматично. Ці конкретні вузли називають маяковими чи якірними, вони оснащені системою GPS й використовуються практично всіма методами локалізації у глобальних координатах. Число якірних вузлів повинно бути таким, щоб забезпечити двійкову адресацію для всіх вузлів БСМ. Кількість таких якірних вузлів дорівнює числу Хеммінга в залежності від загального числа вузлів мережі. Наприклад, для тисячі сенсорів достатньо десяти якірних вузлів.

У роботі пропонується для зменшення обчислювальної складності задачі реалізувати фрагментацію БСМ на основі *діаграм Вороного* — це особливий вид розбиття метричного простору, що визначається відстанями до заданої дискретної множини ізольованих точок цього простору.

Використання процедури фрагментації БСМ дозволяє збільшити ефективність алгоритмів подальшого контролю роботи БСМ.

Список використаних джерел

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. 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.

Нерубацький В. П., к.т.н.,

доцент, Гордієнко Д. А., аспірант (УкрДУЗТ)

УДК 621.314

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА ТОПОЛОГІЯ ТРИРІВНЕВОГО АКТИВНОГО ВИПРЯМЛЯЧА ЕЛЕКТРИЧНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ

Вхідними перетворювачами електричного рухомого складу (ЕРС) змінного струму найчастіше є діодні та тиристорні випрямлячі [1]. Ці перетворювачі обумовлюють споживання реактивної потужності з мережі живлення, а також обумовлюють значну емісію вищих гармонік споживаних струмів, що, в свою чергу, призводить до збільшення додаткових втрат в системах електропостачання, а також погіршення електромагнітної сумісності мереж тягового електропостачання та систем залізничної автоматики.

Останнім часом на ЕРС змінного струму все частіше почали застосовуватися дворівневі активні чотириквADRANTні випрямлячі, відомі як 4QS-випрямлячі [2]. Їх перевагою порівняно з класичними діодними та тиристорними випрямлячами є можливість реалізації

синусоїдальної форми споживаного струму, забезпечення значення коефіцієнта потужності близького до одиниці і реалізації рекуперації енергії в мережу живлення. Крім цього, можливість плавного регулювання пуску ЕРС дає змогу знизити динамічні навантаження на його механічну складову. Однак дана топологія не позбавлена недоліків, серед яких необхідно звернути увагу на застосування високовольтних IGBT. При цьому необхідність формування високої частоти комутації силових ключів веде до досить великих динамічних втрат в силових ключах з більш низьким ККД порівняно з діодними та тиристорними випрямлячами. У зв'язку з цим актуальним завданням є пошук рішень для підвищення ККД активних чотириквADRANTних випрямлячів. Значення реалізованих енергетичних характеристик активних випрямлячів в значній мірі залежить від обраного алгоритму модуляції та обраної силової схеми [3].

Застосування трирівневої топології активного випрямляча дає змогу застосовувати ключі меншого класу для реалізації тієї ж напруги в колі постійного струму. При цьому характерною особливістю ключів меншого класу є менше падіння напруги між колектором та емітером, а також менша енергія перемикання.

В однофазних трирівневих активних випрямлячах зазвичай використовується одноканальна рівне-зсунута широтно-імпульсна модуляція (ШІМ). Значення запропонованої двоканальної ШІМ полягає в додаванні в алгоритм модуляції додаткового інверсного синусоїдального сигналу завдання. Цим досягається те, що при тій же частоті комутації силових ключів частота комутації фазного струму подвоюється, що призводить до підвищення синусоїдальності струму, який споживається з мережі живлення. Підвищення ж синусоїдальності струму призводить до зниження емісії вищих гармонік струму.

Порівняно з дворівневим активним випрямлячем, схема трирівневого містить удвічі більше IGBT та чотири додаткові силові діоди (рис. 1). Отримані енергетичні показники роботи дворівневого та трирівневого активного випрямляча при частоті комутації IGBT 1 кГц наведено в табл. 1.

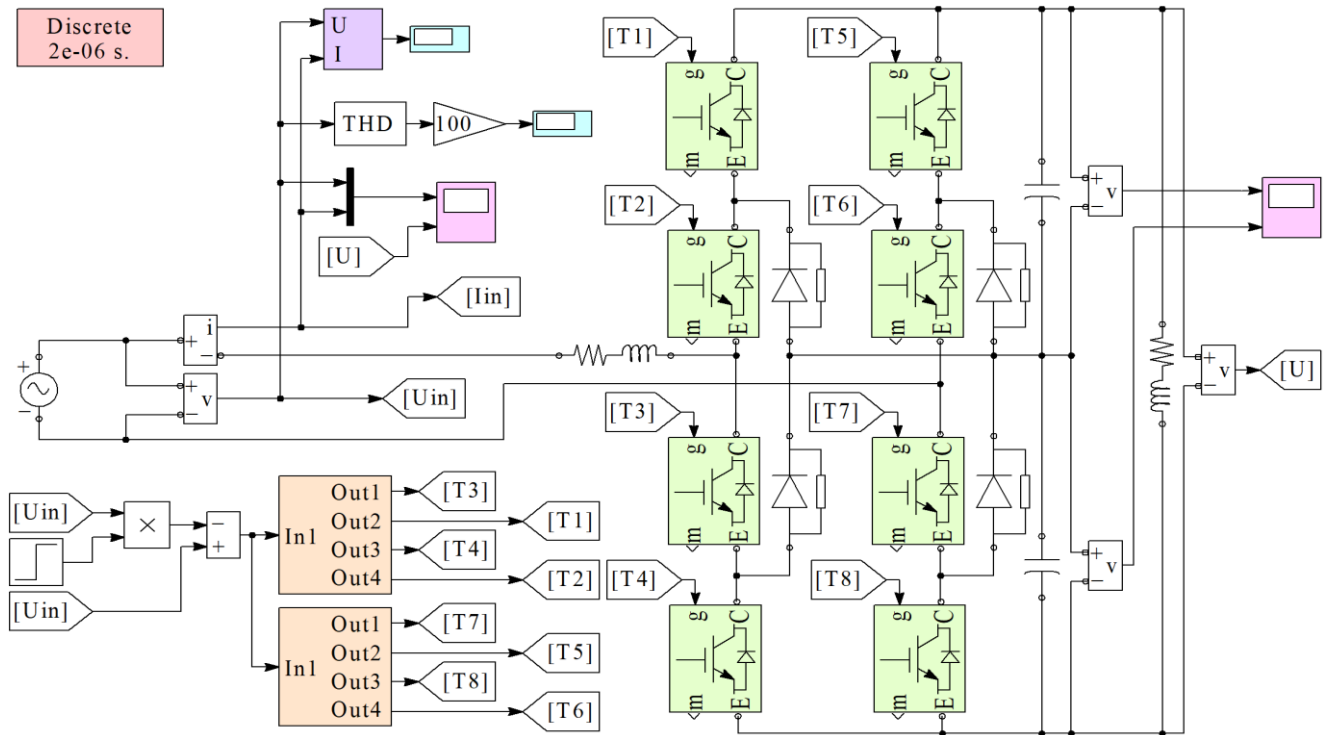


Рис. 1. Схема тривіневого активного чотириквadrантного випрямляча

| Показник | 2-рівневий випрямляч з 2-канальною ШІМ | 3-рівневий випрямляч з 1-канальною ШІМ | 3-рівневий випрямляч з 2-канальною ШІМ |
|---|--|--|--|
| | ч з | ч з | ч з |
| Частота комутації IGBT, Гц | 1000 | 1000 | 1000 |
| Коефіцієнт гармонічних спотворень вхідного струму, % | 3,13 | 3,83 | 1,94 |
| Коефіцієнт потужності, % | 99,63 | 99,72 | 99,77 |
| Коефіцієнт гармонічних спотворень вихідної напруги, % | 3,6 | 5,26 | 7,2 |
| ККД, % | 97,8 | 98,1 | 98,55 |

Вибір реальної топології активного випрямляча залежить від багатьох складових, таких як вартість, ККД і якісні показники роботи, а саме коефіцієнт потужності й коефіцієнт гармонічних спотворень. При цьому тривінева топологія краща за всіма вищезазначеними показниками, що зумовлює доцільність її використання.

Список використаних джерел

- Hu H., Zhou Y., Li X., Lei K. Low-frequency oscillation in electric railway depot: a comprehensive review. *IEEE Transactions on Power Electronics*. 2021. Vol. 36, No. 1. P. 295–314. DOI: 10.1109/TPEL.2020.2998702.
- Plakhtii O. A., Nerubatskyi V. P., Kavun V. Ye., Hordiienko D. A. Active single-phase four-quadrant rectifier with improved hysteresis modulation algorithm. *Scientific Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2019. No. 5 (173). P. 93–98. DOI: 10.29202/nvngu/2019-5/16.
- Plakhtii O., Nerubatskyi V., Karpenko N., Hordiienko D., Butova O., Khoruzhevskiy H. Research into energy characteristics of single-phase active four-quadrant rectifiers with the improved hysteresis modulation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 5, No. 8(101). P. 36–44. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.179205.

Nerubatskyi V. P., PhD, Associate Professor
Plakhtii O. A., PhD
Hordiienko D. A., Postgraduate (USURT)

UDC 621.314

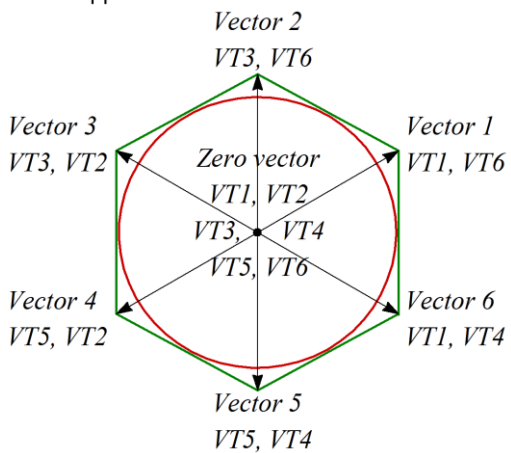
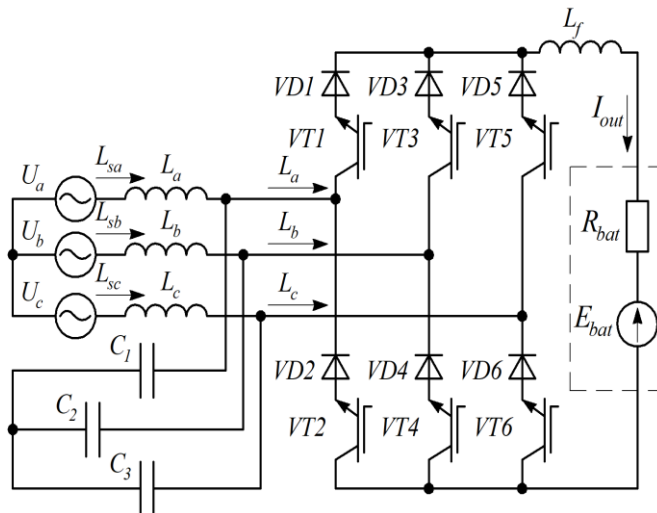
TOPOLOGY OF A CHARGING STATION FOR ELECTRIC VEHICLES

BASED ON A CURRENT SOURCE RECTIFIER

In the existing charging devices, with significant values of the charge current, large losses of electricity occur, therefore the issue of developing own technical [1, 2].

Active four-quadrant rectifiers compared to classical thyristor rectifiers have a number of significant advantages: it is possible to work with a power factor close to unity, they provide the formation of a sinusoidal input current that meets the requirements of electromagnetic compatibility, namely the level of emission of higher harmonics of the input current, a low level of pulsations and higher harmonics output current [3].

The current source rectifier (CSR) is a step-down converter, which makes it possible to power the generator with a higher voltage and, accordingly, lower consumption with lower currents. The current source rectifier scheme is shown on Fig. 1, a.



a)

b)

Fig. 1. Scheme of converter of electric vehicle charging converter based on CSR (a) and space vectors the control (b)

In current source rectifier, under the condition with low voltage in the direct current link, which for some models of EV charging stations is 400 V, as in the Tesla supercharger V3, the diodes in the circuit may not be used, which will reduce power losses in the converter.

Algorithms for calculating spatial vectors in spatial-vector modulation are the same, but the possible switching states are different. The active current rectifier vectors are presented in Fig. 1, b. Vectors of space-vector modulation cause different switching states of power transistors of active rectifiers. This is due to the fact that, unlike an active voltage source rectifier, an active current source rectifier allows turning on only two power transistors for each vector, which can lead to lower power losses.

A feature of the space-vector PWM for an active rectifier is that the input modulating signal is the input voltage signals U_a, U_b, U_c , but to obtain the power factor, the sinusoids must be shifted by the compensation angle obtained by measuring the phase of the input currents I_{sa}, I_{sb}, I_{sc} .

A model of an electric vehicle charging station based on a three-phase active current source rectifier is shown in Fig. 2.

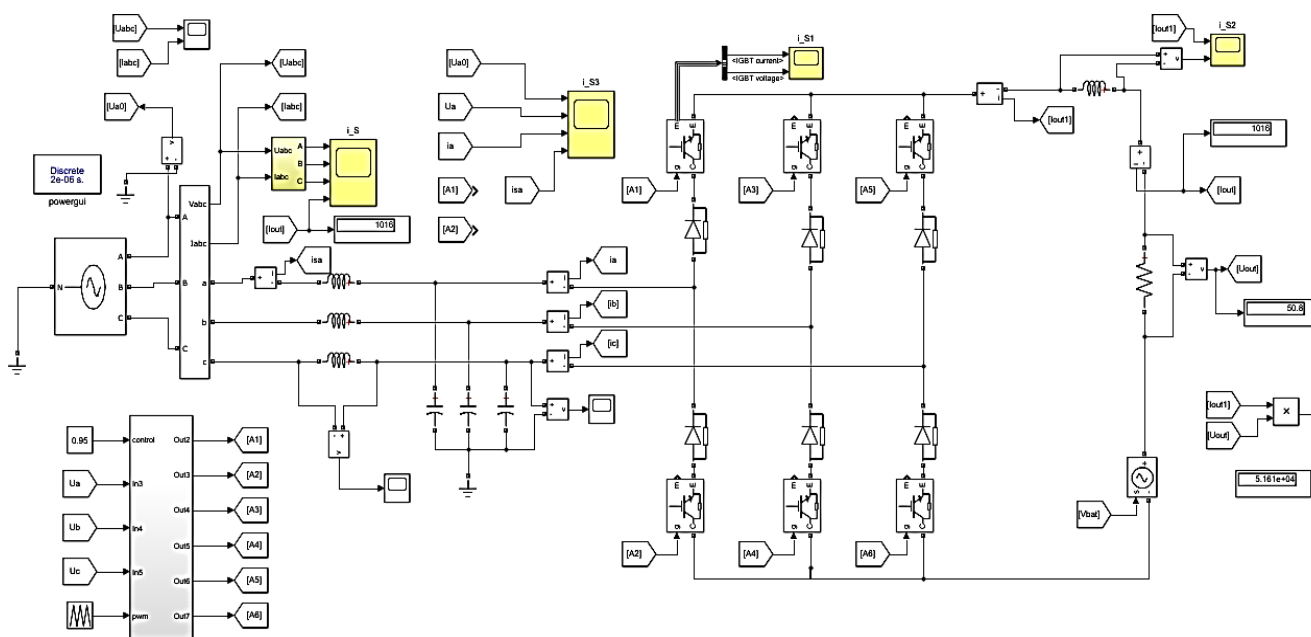


Fig. 2. Model of an electric vehicle charging station based on the CSR

There was determined on the developed model: transient processes in power transistors, the shape and harmonic analysis of the input current shape were investigated, the power factor and the process of full charge of the battery compartment from 0 % SoC to 100 % SoC in the "constant current – constant voltage" mode were determined.

The total harmonic distortion of the form of the input current of the charging station and the electric vehicle is 2.52 %, which meets the requirements of electromagnetic compatibility standards regarding the emission of higher harmonics into the power supply network from powerful converters. The CSR allows to significantly increase the current of the battery charge, while the charging time will decrease proportionally, but the power losses in the converter will also increase.

References

1. Nerubatskyi V. P., Plakhtii O. A., Hordiienko D. A. Increasing the energy indicators of converters of electric vehicle charging stations. Collection of Scientific Works of the Ukrainian State University of Railway Transport. 2023. Vol. 204. P. 124–137. DOI: 10.18664/1994-7852.204.2023.284153.
2. Kilicoglu H., Tricoli P. Technical review and survey of future trends of power converters for fast-charging stations of electric vehicles. Energies. 2023. Vol. 16 (13): 5204. DOI: 10.3390/en16135204.
3. Plakhtii O. A., Nerubatskyi V. P., Kavun V. Ye., Hordiienko D. A. Active single-phase four-quadrant rectifier with improved hysteresis modulation algorithm. Scientific Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho

Universytetu. 2019. No. 5 (173). P. 93–98.
DOI: 10.29202/nvngu/2019-5/16.

*Nerubatskyi V. P., PhD, Associate
Professor*
*Gevorkyan E. S., Dr. Sc., Professor,
Hordiienko D. A., Postgraduate(USURT)*

UDC 620.18

RESEARCH OF PHASE COMPOSITION, STRUCTURE AND PHYSICAL- MECHANICAL PROPERTIES OF COMPOSITE MATERIALS

Refractory materials with such properties as mechanical strength, high erosion and corrosion resistance, heat resistance are of practical interest [1, 2]. An increase in the quality characteristics of heat-resistant materials is observed simultaneously with a decrease in their consumption through the introduction of new advanced technologies. The development of ways to protect carbon from oxidation is one of the most important methods of improving graphite-containing composites, which is achieved by adding oxygen-free refractory compounds, metals and other materials. Such impurities enter into an active interaction with oxygen, as a result of which they form a liquid phase and create a coating of the "glaze" type, which act as a barrier during the diffusion of oxygen into the refractory.

The number and nature of neoplasms, as well as the resulting synthesized secondary phases formed at the boundaries and intergranular space, as well as on the grain surface, have a strong influence on the oxidation

resistance of the heat-resistant material. At the same time, impurities should, if possible, perform several such technological tasks, such as increasing the density of the sintered material, plasticity of the formed mass, and lowering the lower temperature limit of the mass sintering interval. Such loads deliberately lead to a decrease in access of oxygen to the surface of graphite flakes and oxidation of refractory in general [3].

Increasing the abrasion resistance and heat resistance of corundum graphite products is achieved by introducing silicon carbide into the charge. Moreover, the protective film it creates during oxidation is able to prevent the further process of graphite burning.

Properties of corundum graphite silicon carbide materials obtained by the method of semi-dry pressing with the use of modified silicon alkoxide hydrolyzers as a binder (Fig. 1).

Silicon carbide introduced into the mass provides resistance to oxidation and high erosion resistance, acting as an antioxidant. The use of modified ethyl silicate binders, which wet graphite well, provide strength to the raw material, limit the oxidation of

graphite and are a source of amorphous SiO₂, which is able to interact with α-Al₂O₃ to form mullite, which actualizes the feasibility of conducting research aimed at optimizing the composition of corundum graphite silicon carbide masses using the method latin square. The value of density (porosity) is a quality characteristic of the products and depends on the grain composition of the masses, pressing parameters and sintering mode. Therefore, establishing the dependence of density on the amount of introduced graphite and silicon carbide, as well as pressing pressure, is an important task of research.

The resistance of graphite to oxidation can be increased by introducing various effective binding and antioxidant additives, the mechanism of action of which can be manifested both due to the formation during sintering of graphite scales of the liquid phase that surrounds it, and the synthesis of carbon-containing compounds – silicon carbide, aluminum carbide, aluminum oxycarbide carbide. This allows both to bind carbon and to increase the operational characteristics of graphite-containing materials.

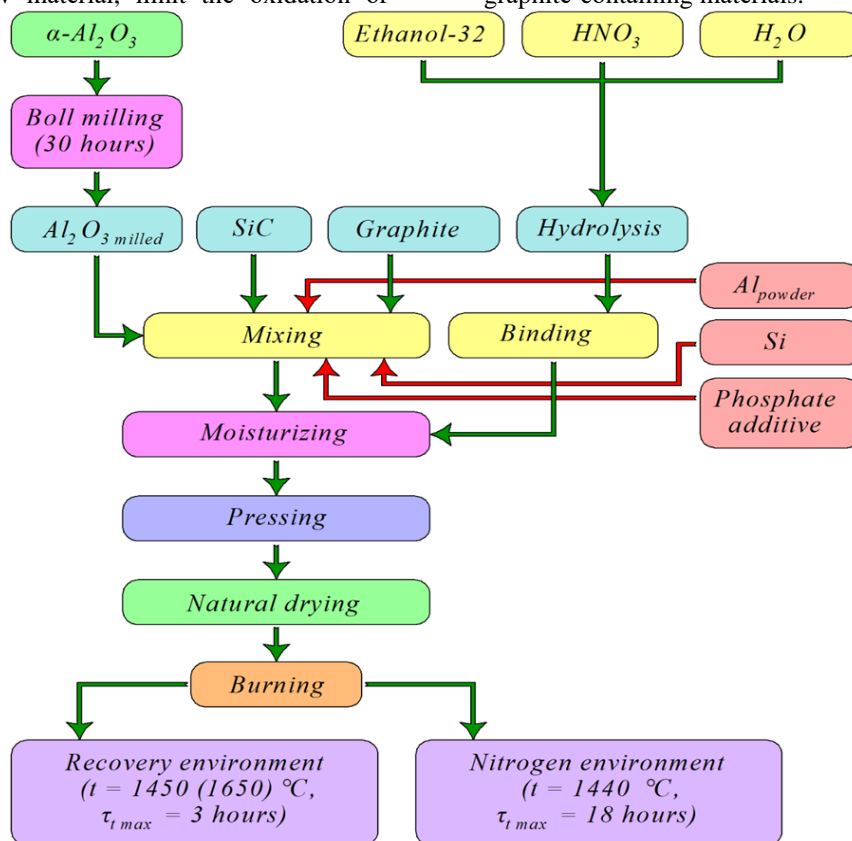


Fig. 1. Technological scheme for the production of corundum graphite silicon carbide materials on an ethyl silicate bond

The resistance of the material to thermal destruction is determined by the mutual spatial distribution and nature of the contact between the original components,

their physical and mechanical interaction, the ratio of the elastic moduli, the shape, size and orientation of grains and microdefects in the material. In composites with unevenly distributed structural elements and

thermomechanical properties. A change in temperature causes the appearance of internal stress, general deformation or destruction of the material, which is explained by an increase in the thermal coefficient of linear expansion.

A high degree of heterogeneity, the presence of pores and microcracks characterize the structure of refractory systems. This is due to the difference in thermomechanical properties of electrocorundum, silicon carbide, and graphite, as well as variations in the grain composition and quantitative ratio of components within wide limits.

References

1. Gevorkyan E., Nerubatskiy V., Chyshkala V., Morozova O. Revealing specific features of structure formation in composites based on nanopowders of synthesized zirconium dioxide. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. Vol. 5, No. 12 (113). P. 6–19. DOI: 10.15587/1729-4061.2021.242503.
2. Sevenson K. M., Tracy J. M., Chen Z., Kiser J. D., Daly S. Crack opening behavior in ceramic matrix composites. *Journal of the American Ceramic Society*. 2017. Vol. 100, Iss. 10. P. 4734–4747. DOI: 10.1111/jace.14976.
3. Gevorkyan E. S., Rucki M., Kagramanyan A. A., Nerubatskiy V. P. Composite material for instrumental applications based on micro powder Al₂O₃ with additives nano-powder SiC. *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials*. 2019. Vol. 82. P. 336–339. DOI: 10.1016/j.ijrmhm.2019.05.010.

Бантюков С.С., к.т.н., доцент

Бантюкова С.О., к.т.н., доцент

УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ В СИСТЕМІ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Стабільна робота залізничного транспорту стала сьогодні справою надзвичайної політичної та економічної важливості. Безпека руху була, є і буде найважливішим завданням у житті транспорту.

Безпека руху є абсолютною умовою та найважливішим елементом здійснення залізничних перевезень, які характеризуються найбільшою масовістю перевезень пасажирів та вантажів.

Водночас робота залізничного транспорту неминуче пов'язана з певним ризиком, який супроводжує будь-який транспортний процес. Саме цей ризик виражається існуючою небезпекою пошкодження вантажу, що перевозиться, рухомого складу, небезпекою нанесення шкоди незалізничним

об'єктам і навколишньому середовищу, а також небезпекою для людського життя.

Транспортний ризик обумовлюється, як правило, проявом безлічі факторів. Існує необхідність ширшого застосування сучасних методів дослідження вивчення впливу несприятливих чинників з урахуванням впровадження автоматизованих систем управління ризиками, що дозволяють обробляти досить великі масиви даних.

Вважається загальноприйнятим, що абсолютної безпеки взагалі, а тим більше на транспорті, не існує, тому можна говорити лише про відносну безпеку або відповідний рівень безпеки. Це впливає з того, що надзвичайні обставини виникають за законами випадковостей і вони завжди будуть присутні на транспорті за наявності певних умов та обставин, за яких вони відбуваються.

У зв'язку з цим, завдання управління ризиками на залізничному транспорті є найважливішим. Управління ризиками має на меті досягнення такого стану системи залізничного транспорту, при якому ризики заподіяння шкоди людям та навколишньому середовищу, економічних втрат, завдання шкоди інфраструктурі та рухомому складу знижено до прийняттого рівня.

Ризик визначається як поєднання ймовірності виникнення події та шкоди від її виникнення. Ризики залежать від поточного стану цілого ряду об'єктів інфраструктури, що забезпечують перевізний процес, рухомого складу, а також розмірів руху поїздів. Обґрунтування допустимих рівнів ризику та показників безпеки має на увазі знаходження таких величин показників, за яких досягається баланс між витратами на забезпечення та підтримання заданого рівня безпеки та збитками від порушення безпеки руху.

Розробки у сфері управління ризиками, що реалізуються в сучасній практиці, все частіше підпадають під класифікацію «відкритих». Це означає, що складно чітко сформулювати кінцеву мету, описати продукт проекту на початкових стадіях його реалізації. Розуміння та ясність приходять на етапі реалізації та завершення проекту. Відсутність чіткого розуміння, яке технічне рішення, на якому етапі використовувати, необхідність діяти в обставині, що швидко змінюється, приймати рішення в умовах неповноти інформації та невизначеності змушують все активніше використовувати технології управління ризиками.

Автоматизація процесів ідентифікації та планування реагування на ризики значно підвищує ефективність роботи. Говорити ж про кількісну оцінку ризиків без використання сучасних інформаційних технологій просто немає сенсу. Існує низка програмних пакетів, які підтримують ті чи інші

процеси управління ризиками. Проте створення комплексної системи управління ризиками на залізничному транспорті, яка б могла забезпечити автоматизацію всього процесу управління ризиками, починаючи з створення плану управління ризиками і закінчуючи контролем виконання плану реагування на ризики досить складна задача.

Список використаних джерел

1. Стрелко, О.Г. Підвищення рівня безпеки руху на залізничному транспорті за рахунок оптимізації роботи системи управління безпекою руху поїздів [Текст] / О.Г. Стрелко, Ю.А. Бердніченко, О.С. Соловйова, А.М. Алеша, Е.И. Манилевич // ВІСНИК ХНТУ. – 2021. - №2(77). - С. 57-65.

2. Ткаченко, І. О. Ризики у транспортних процесах : навч. посібник / І. О. Ткаченко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. –114 с.

3. Бантюкова, С.О. Підвищення ефективності експлуатації сортувальних гірок з урахуванням безпеки їх використання : дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.20 «Експлуатація та ремонт засобів транспорту» [Текст] / С. О. Бантюкова. – Харків : УкрДАЗТ, 2014. – 173 с.

Бутенко В.М., к.т.н.

УДК 004.75: 519.854: 006

УДОСКОНАЛЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ОБ'ЄКТІВ У СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ

Вступ. Дослідження моделей визначення стану апаратури залізничної автоматики з обмежувальними статистичними даними вже досліджувалися вченими України та оприлюднені в роботах різного рівня, зокрема [1, с. 185]. В роботі [2, с. 36] розглянуто побудову спеціалізованих систем руху поїздів з визначенням критичних відстаней між об'єктами які рухаються попутно.

Результати досліджень: Робота [2, с. 36] передбачала, що встановлюється критичне значення відстані між транспортними засобами $L_{кр}$, при якому гарантується безпечність процесу перевезень на встановленому рівні.

Застосовуючи спеціалізовані комп'ютерні системи стаціонарного (нерухомого) типу можливо удосконалення як математичної моделі функціонування та представлення об'єктів залізничного транспорту так і алгоритмів їх функціонування.

Додаючи додаткові стани в алгоритм функціонування системи керування через

обґрунтування та зміну певних інформаційних ознак з можливим отриманням додаткових властивостей спеціалізованої системи удосконалюється технологія організації руху поїздів. Такий підхід до удосконалення математичної моделі представлення об'єктів дозволив розширити кількість станів та збільшити інформаційне поле уявлення про об'єкти, що в свою чергу дало змогу більш точно описувати рух поїздів та удосконалити роботу оперативного-диспетчерської підсистеми залізничного транспорту. Застосування розширених інформаційних моделей стало ефективним тільки з використанням мікропроцесорних та мікроконтролерних компонентів об'єднаних з сучасними науковими розробками в галузі інформатизації залізничного транспорту. Ретельне вивчення роботи пристроїв довело доцільність використання мікропроцесорних компонентів при побудові гібридних систем удосконалення руху поїздів. Також удосконалення математичної моделі дозволило реалізувати прогресивні методики управління рухом поїздів в оперативного-диспетчерській підсистемі залізничного управління.

Концепція розподіленого розташування обладнання та мікропроцесорних компонентів управління ним дозволяють зменшити витрати як на експлуатацію так і на локалізацію втрат у випадку вандалізму кольорових металів на залізничному транспорті з одночасним розширенням інформаційного поля об'єктів управління.

Висновок: Запропоновані удосконалення моделі розвитку систем управління та математичних моделей представлення об'єктів вже дозволили визначити критичну відстань між потягами, час, що потрібний для усунення загрози зіткнення, момент початку використання гальмування, час гальмування з урахуванням кута нахилу ділянки слідування, а також дистанцію гальмівного шляху з максимальною точністю та зможуть провести подальші удосконалення.

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. Modeling of vehicle movement in computer information-control systems // I. Moiseenko, O Golovko, V Butenko, K Trubchaninova - RADIOELECTRONIC AND COMPUTER SYSTEMS, 2022. Pages 36 – 49. Open access – DOI: <https://doi.org/10.32620/reks.2022.1.03>

Бутенко В.М., к.т.н.,
 Лебедько І. О.,
 Бутенко Т.В., д.т.н.

УДК 004.75: 519.854: 006

УДОСКОНАЛЕННЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ЗАЛІЗНИЦІ

Вступ. Інформатизація залізничного транспорту стала дуже стрімко розвиватися з отриманням незалежності України. Авторами вже приділялась певна увага проблемі обробки результатів роботи систем автоматизації з обмеженими статистичними даними [1, с. 185]. Удосконалення побудови інформаційних систем галузі, представлених неорієнтованим графом, викриває процеси оптимізації ресурсів експлуатації обладнання, яку окремі співавтори пропонували здійснювати методом визначення максимальних клік [2, с. 12].

Результати досліджень: Аналіз проведених раніше досліджень, опублікованих в роботі [3, с. 18] де оприлюднені дослідження розподіленої інформаційно-керуючої мережі встановив оптимальну оптимізацію шляхом зменшення обчислювальної складності алгоритму лінійного вигляду:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (\alpha_{ij} + \sum_{k=1}^n (p_{ik} + q_{ik})h_{jk})x_{ij} + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij}h_{ij}y_{ij} \rightarrow \min, \quad (1.1)$$

$$\begin{aligned} &\text{якщо } \sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, \forall i \in I; \\ &\sum_{j=1}^n \sum_{j'=1}^n \sum_{i=1}^m g_{jj'}x_{ij'} \leq G; \quad y_{ij} - y_{ij'} \leq 0; \quad x_{ij} + x_{ij'} - y_{ij} \leq 1; \\ &\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n b_{ij}x_{ij} = m; \quad \sum_{j=1}^n t_{ij}x_{ij} \leq \tau_i; \\ &\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m f_{ij}x_{ij} \leq F, \forall i \in I; \forall j \in J; \\ &x_{ij}, y_{ij} \in \{0,1\}, \forall i \in I; \forall j \in J; I = \{i | i = \underline{1}, \underline{m}\}; J = \{j | j = \underline{1}, \underline{n}\}. \end{aligned}$$

Функціональність системи формою Р-завдання, в якій час вирішення t залежить від розмірності такою залежністю:

$$t(n') = O((n')^g),$$

де g -показник ступеня полінома, а n' – розмірність завдання, формулюється необхідність перетворення задачі до псевдобулевої функції.

Після зазначених перетворень розв'язок здійснюється в парадигмі алгебри Буля з досить прийнятними похибками, які не вносять суттєвих спотворень в модель. Але крім аналітичного пошуку нових форм удосконалення математичної моделі

пропонується застосовувати аналіз результатів експлуатації програмного забезпечення інформаційної системи продажу залізничних квитків. Зауваження, зібрані авторами цієї публікації, надають можливість виявити недоліки в роботі програмного забезпечення з удосконаленням математичної моделі та запропонувати шляхи виправлення як самої моделі так і програми функціонування.

Зокрема при продажі квитків на потяги які курсують двома об'єднаними маршрутами немає можливості перевірити фрагментарного об'єднання вільних місць в окремих відрізках маршруту з можливістю рухатись з меншим комфортом. Зниження комфортності, шляхом додаткового переходу між вагонами потягу, надає можливість миттєво відправитися у подорож.

Для пасажирів вигода у зменшенні часу очікування, а для залізниці в підвищенні завантаженості/ заповненості місць в рухомому складі. Додатково пропонується проаналізувати можливість модернізації інтерфейсу через додавання відповідної опції. Щоб послугу, з зазначеними обмеженнями, можливо було пропонувати у окремих, вибраних користувачем, випадках. Так пропонується перевіряти:

- можливість стикового переходу пасажирів між вагонами в межах одного поїзда;
- можливість стикового переходу пасажирів між місцями в різних вагонах різних потягів, що сумісно рухаються, на станціях з значною стоянкою;
- можливість пересадки між поїздами що рухаються як в попутному так і в перехресному напрямках.

Висновок: при експлуатації інформаційних систем залізничного транспорту виявляються додаткові можливості сервісних функцій які не були зазначені в технічному завданні та передбачені в математичній моделі. Таких помилок не виявляє загальноприйнятий метод імітаційного моделювання але експлуатацією та аналізом виявляються додаткові можливості в удосконаленні роботи інформаційної системи продажу квитків.

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. Development of method of definition maximum clique in a non-oriented graph [Text] / 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. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.111056

3. Математичне моделювання в розподілених інформаційно-керуючих системах залізничного транспорту [Текст]: Монографія / С. В. Лістровий, С. В. Панченко, В. І. Мойсеєнко, В. М. Бутенко. – Х.: ФОП Бровін О.В., 2017. – 220 с.

*Мойсеєнко В.І., д.т.н.,
Бутенко В.М., к.т.н.,
Соколов А. К. (УкрДУЗТ)*

УДК 004.75: 519.854: 006

РОЗРОБЛЕННЯ КОНЦЕПЦІЇ, МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОДОРОЖУВАЛЬНИКА

Вступ. Транспортний комплекс країни має забезпечувати безпечні та комфортні умови перевезень навіть під час правового режиму воєнного стану в тому числі й засобами програмної інженерії які діють за технологією клієнт- сервер [1, с. 1]. Крім важкості надання сервісу в умова військової агресії необхідно підвищувати якість інформаційних послуг, через мережу Інтернет [2, с.1], які полегшують умови подорожі. Аналіз проведених раніше досліджень, опублікованих в роботі [3, с. 18], де розглянуті інструменти програмування за технологією клієнт-сервер, доводить необхідність розширення сервісу в майбутньому. Однак в доповіді додатково і більш детально аналізується використання програмного середовища Visual Studio.

Результати досліджень: Концепція та математична модель програмного забезпечення будується на удосконаленому інтерфейсі на більш якісній консолідації й подачі даних про подорож. Вся зазначена інформація отримується в автоматичному режимі з галузевих сайтів. Стає питання про вибір інструментальної бази для програмної реалізації задачі.

Універсальність та гнучкість були вибрані за базу через те, що .NET бібліотеки дозволяють розробникам створювати різноманітні додатки, включаючи веб-додатки, мобільні додатки, десктоп-додатки, ігри та багато інших, незалежно від платформи. Перспективна технологія розробки .NET підтримує ряд мов програмування, таких як C++, C#, Visual Basic і F#, що дає розробникам можливість вибору найзручнішої для їх потреб мови з можливістю застосувати всі сучасні бібліотеки та технології створення інтернет послуг.

Широкий вибір інструментів: Visual Studio Community 2022 надає інтегроване середовище

розробки, яке включає різноманітні інструменти для налагодження, тестування та впровадження додатків у тому числі й подорожувальника. Багатий вибір засобів розробки дозволив найоптимальніше підібрати програмні засоби розробки, реалізувати функціональність програмного забезпечення та врахувати деякі недоліки попередніх розробок для подорожей.

В результаті ретельного аналізу всіх можливостей створення нового додатка для подорожувальника виявлено великий пласт існуючих розробок які вже в тій чи іншій мірі задовольняють потреби пасажирів в супроводженні.

Висновок: при експлуатації інформаційних систем на залізничному транспорті, здебільшого, приділялась увага безпечним та комфортним умовам праці робітників, а з розвитком ринкової економіки все більше і більше звертається увага на безпечні та комфортні умови подорожування. Тож робота спрямована на забезпечення сервісних функцій подорожувальника для покращення, в майбутньому, сервісу та зменшення затрат часу та коштів шляхом застосування програмного середовища Visual Studio Community 2022.

Список використаних джерел

1 Підготовка до поїздки. Режим доступу 2023-10-20 [<https://otpusktime.com/uk/poradi/dodatky-dlya-podorozhej/>]

2 Розробка мобільного додатку для мандрівників для транспортування багажу та обробки процесу реєстрації <https://www.semanticscholar.org/paper/Design-of-Mobile-Application-for-Travelers-to-and-Ahmed/7f88a3d3178547a40010165185c7e472f52f0ca1>.

3 Інженерія програмного забезпечення. WEB-програмування. Навч. посіб. з грифом УкрДУЗТ /Авторів: Бутенко В. М., Павленко Є. П., Головка О. В. Харків: УкрДУЗТ, 2019. – 120 с.

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

УДК 004.75: 519.854: 006

АНАЛІЗУ ВПЛИВУ ОБМЕЖЕННЯ ДОСТУПУ ДО ЛАБОРАТОРІЙ І ПОРУШЕННЯ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ НА ЯКІСТЬ ДОСЛІДЖЕНЬ

Вступ. Надзвичайний стан призводить до необхідності подальшого запровадження

дистанційного дослідження в розподілених обчислювальних мережах [1, с. 16]. Одним з недоліків дистанційного дослідження є відсутність можливості проводити випробування на обладнанні навчального закладу. В основному це обладнання не доступне дослідникам для фізичного доступу.

Одним із важливих недоліків досліджень при надзвичайному стані є нестабільне електропостачання і поганий Інтернет. Це не дає можливість проводити дослідження в повному обсязі. Розробка додатків за технологією клієнт-сервер докладно проілюстрована в роботі [2, с. 18].

Результати досліджень: Концепція та якість досліджень унеможливити незручності та компенсувати ці недоліки. Щодо програних продуктів, то тут потрібно максимально використовувати можливості онлайн платформ. Також розширені можливості по застосуванню мов програмування надає такий продукт як Visual Studio Community 2022. Його можна безоплатно і самостійно завантажити з інтернету. Доповідь оприлюднює які можливості дає цей програмний продукт, при здійсненні обчислювальних експериментів за конкретними напрямками та спеціальностями пов'язаних з інформаційними технологіями.

Як приклад можна навести напрям досліджень по організації систем керування базами даних, який передбачає роботу з базами даних. При традиційних способах обчислювальних експериментів дослідники мають доступ до комп'ютерів університету. На цих комп'ютерах була ліцензійна програма Microsoft Office Access. І дослідники (аспіранти, викладачі та студенти) могли створювати бази даних і користуватись ними використовуючи цей продукт. Тепер виникла необхідність мати програму Microsoft Office з Access на домашніх комп'ютерах. На жаль на даний момент в нових версіях доступних програм домашнього пакету Microsoft Office саме Access виключений. І відповідно дослідники (аспіранти, викладачі та студенти) не мають можливості виконувати лабораторні роботи класичними засобами. Тому для освоєння даної дисципліни запропоновано використання Visual Studio Community 2022. В цій програмі ми маємо навіть більш широкі можливості, особливо пов'язані з засвоєнням мови SQL. Це дає можливість наглядно освоювати нові інструменти обчислювальних експериментів та освоювати матеріал нових програмних продуктів ІТ галузі, в той час коли є електроенергія та Інтернет.

Запропоновані пропозиції дають можливість розширити можливості обчислювальних експериментів з використанням он-лайн режимів в період надзвичайного стану. Прикладом результатів теоретичних, безлабораторних досліджень може

слугувати робота [3, с. 12] яка проводилась та підготовлювалась до друку без залучення лабораторної бази, але з залученням розподілених обчислювальних ресурсів.

Висновок: при експлуатації інформаційних систем сучасного рівня значно комфортніше очне проведення досліджень в лабораторіях університету, однак в доповіді пояснюється можливість застосування обчислювальних експериментів, здебільшого, з застосуванням Visual Studio Community 2022. Тож робота спрямована на забезпечення дистанційних обчислювальних експериментів для покращення, в майбутньому, дистанційних досліджень, або телеметричних досліджень в Інтернеті шляхом застосування програмного середовища Visual Studio Community 2022.

Список використаних джерел

1 Математичне моделювання в розподілених інформаційно-керуючих системах залізничного транспорту [Текст]: Монографія / С. В. Лістровий, С. В. Панченко, В. І. Мойсеєнко, В. М. Бутенко. – Х.: ФОП Бровін О.В., 2017. – 220 с.

2. Інженерія програмного забезпечення. WEB-програмування. Навч. посіб. з грифом УкрДУЗТ /Авторів: Бутенко В. М., Павленко Є. П., Головка О. В. Харків: УкрДУЗТ, 2019. – 120 с.

3 Development of method of definition maximum clique in a non-oriented graph [Text] / 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. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.111056

Головка О.В., к.т.н. (УкрДУЗТ)

УДК 004.75: 519.854: 006

ВИЗНАЧЕННЯ КРИТИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КЕРУЮЧИХ СИСТЕМ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ НА ОСНОВІ ЇХ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ СИСТЕМНОЇ ІНТЕГРАЦІЇ ТА СТРУКТУРНОЇ УНІФІКАЦІЇ.

Вступ. В наш час в галузі світових транспортних технологій все більш актуальною стає активна взаємодія між комплексами систем та пристроїв залізничної автоматики різного призначення. В свою чергу це вимагає їх об'єднання єдину систему. Головним етапом цього об'єднання є інтеграції та уніфікації логіки функціонування систем та пристроїв різного призначення.

Список використаних джерел

1. Moiseenko V., Butenko V., Golovko O., Kameniev O., Gaievskiy V. (2020) Mathematical Models of the System Integration and Structural Unification of Specialized Railway Computer Systems. In: Ginters E., Ruiz Estrada M., Piera Eroles M. (eds) ICTE in Transportation and Logistics 2019. ICTE ToL 2019. Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-39688-6_18

2. Development of method of definition maximum clique in a non-oriented graph [Text] / 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. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.111056

*П.В. Долгополов, к.т.н.,
С.В. Мошенко,
Т.С. Шалівська
(УкрДУЗТ)*

УДК 656.22

УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ ТРАНСПОРТНОГО ВУЗЛА В УМОВАХ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Залізничні мережі у багатьох розвинених країнах Світу є фундаментом для розвитку їх промисловості, економічних та соціальних зв'язків. Однак специфікою залізничного транспорту є необхідність попереднього чіткого планування перевезень – як пасажирських, так і вантажних – через те, що технічні особливості залізничних шляхів допускають значно менше ступенів свободи для транспортних засобів, що рухаються з великою швидкістю, порівняно з іншими видами транспорту.

Через це найважливішим елементом організації руху на залізниці є графік руху поїздів, який об'єднує в єдиний перевізний процес роботу всіх окремих залізничних підрозділів [1].

Проте, як показали наші дослідження, на залізничних підрозділах спостерігаються недотримання графіків руху поїздів, несвоєчасна подача вагонів до вантажних фронтів, недотримання часу та кількості вагонів в умовах нестачі справного вагонного парку. Через це мають місце значні простої рухомого складу, що знижує ефективність перевезень. Причинами цього є значні коливання обсягів перевезень, брак коштів на оновлення рухомого складу та недосконала реалізація технологій місцевої роботи.

Тому, у даний час актуальною є задача удосконалення роботи залізниці на основі розширення можливостей оперативного управління залізничними підрозділами на основі інтелектуалізованих систем управління.

Таким чином, при дослідженнях запропоновано заходи з удосконалення інтелектуалізованої системи побудови та відображення прогнозного графіку руху поїздів та оперативної інформації про стан станційних об'єктів [2].

Для реалізації поставленої мети побудована математична модель розрахунку та відображення прогнозного графіку руху поїздів на дільниці, яка враховує такі важливі експлуатаційні фактори, як масу составів, обмеження швидкості руху згідно діючих попереджень, параметри поздовжнього профілю колій, наявність місцевих вагонів на станціях тощо.

Оскільки дана система збирає дані про поїзне положення з пристроїв автоматики, це дає можливість автоматично формувати на графіку руху оптимальні прогнозні нитки кожного поїзда з місцевим вантажем з урахуванням дислокації (в тому числі прогнозної) рухомого складу та заявок на навантаження [3].

Розроблену модель запропоновано інтегрувати до автоматизованих робочих місць диспетчерських працівників при допомозі мікропроцесорної системи диспетчерської централізації.

Застосування даної системи зменшить впливу людського фактору на перевізний процес, підвищення ефективності експлуатаційної роботи та рівня цифровізації з метою більшої інформованості клієнтів на залізничному транспорті.

Список використаних джерел

[1] Стратегія АТ «Укрзалізниця» на 2019-2023 роки. – Режим доступа: <https://agropolit.com/spetsproekty/572--strategiya-at-ukrzhelznitsya-na-2019-2023-roki>. (Дата звернення 10.10.2023)

[2] Долгополов П. В. Цифровізація залізничних вантажних перевезень на основі прогнозного графіка руху поїздів. Економіко-правові та соціально-технічні напрями еволюції цифрового суспільства: Матеріали міжнар. наук.-техніч. конф., Дніпро 02 чер. 2022 р. Том 2. С. 472–474.

[3] Інформаційні системи та технології при управлінні залізничними перевезеннями: навч. посібник / О.В. Лаврухін, П.В. Долгополов, В.В. Петрушов, О.М. Ходаківський. – Харків: ТОВ «СМІТ», 2010. – 118с.

*Трубчанінова К.А., д.т.н.(УкрДУЗТ)
Серков О.А., д.т.н. (ХПІ)*

Воронець В.М. (ХІІІ)

МЕТОДИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У БЕЗПРОВОДОВИХ СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОННОЇ КОМУНІКАЦІЇ

Інтеграцію методів штучного інтелекту до мережевих технологій обумовлюють нагальні потреби у збільшенні продуктивності безпроводових мереж та підвищеними вимогами до її якості. При цьому розробки систем мобільного зв'язку, що передають та використовують інтелектуальну інформацію, спрямовані на максимальне збільшення пропускної здатності системи, щоб звести до мінімуму семантичні похибки, відновлюючи значення речень, а не бітових чи символічних похибок [1]. Суттєвою проблемою безпеки систем електронної комунікації є використання безпроводових цифрових каналів мережі, програмно-апаратних засобів та елементів її комутації.

Особливо це є актуальним для багатокористувальних систем, де системні ресурси повинні бути розподілені між різними користувачами. Результат аналізу семантичних сигналів декількох користувачів показали наявність у них значної кількості загальної інформації, використання якої попередить втрати смуги пропускання мережі, що відбуваються за рахунок надлишкових передач.

Парадигмою системи зв'язку наступного покоління вважають застосування семантичної комунікації [2], яку характеризує «потік інтелекту» через розповсюдження моделей. Вона передбачає вилучення багатовимірних характеристик джерел сигналів та побудові із застосуванням штучного інтелекту інформаційного простору моделей для джерел сигналів і каналу.

Пропонується за допомогою штучного інтелекту здійснювати аналіз та вилучати окремо загальну та особисту інформацію, що надана в семантичній інформації від декількох користувачів з подальшим повторним використанням сигналів, які несуть загальну інформацію. Для вилучення загальної інформації порівнюємо дисперсію кожного з вимірів двох семантичних сигналів та встановлюємо процент збігу порогового значення. Сигнали, які мають загальну інформацію об'єднуються та передаються сумісно, у той час, коли сигнали, що несуть особисту інформацію, передають кожному користувачу окремо. Причому загальна семантична інформація передають у межах одного й того ж частотне-часового ресурсу, а особисту змістовну інформацію передають окремо. Вилучені семантичні сигнали відображають у багатовимірному просторі, яке є простором

семантичної моделі. У порівнянні з іншими методами виграш відбувається за рахунок повторного використання загальної інформації проміж різних користувачів.

Однак питання захисту, оцінки якості і ефективності систем передачі достовірної та цілісної інформації стають все більш актуальними, особливо в системах безпроводового зв'язку. При цьому, окрім знищення інформації у мережі виникає можливість її перехоплення, спотворення та додання неправдивої інформації до безпроводових інформаційних каналів зв'язку. У той же час технологія множинного доступу, що ґрунтується на ресурсі семантичної області, забезпечує більший приріст продуктивності, однак одночасно несе великі ризики щодо спотворення інформаційного контенту. Тому при організації та реалізації систем електронної комунікації запропоновано [3] додатково застосовувати надширокосмугові сигнали.

Список використаних джерел

1. Cover TM, Thomas JA, 2001. Elements of Information Theory. John Wiley & Sons, Ltd., New York, USA, p.374-458. <https://doi.org/10.1002/0471200611.ch14>.
2. Model division multiple access for semantic communications / Zhang et al. // Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering 2023 24(6):801-812.
3. Security Improvement Techniques for mobile applications of Industrial Internet of Things / A.A. Serkov, B.A. Lazurenko, K.A. Trubchaninova, A.E. Horiushkina // IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security. VOL, 20 No. 5, p.p. 145-149. http://paper.ijcsns.org/07_book/202005/20200519.pdf.

*Trubchaninova K., (UkrSURT)
Mezitis Mareks, Transport Academy, Riga
Zbigniew Łukasik Kazimierz Pulaski University of
Humanities and Technology in Radom, Professor*

INFORMCOMMUNICATION TECHNOLOGIES FOR HIGH-SPEED TRAFFIC

Modern information systems in high-speed railway transport cover the processes of train traffic control, traffic safety, vehicle and cargo tracking, technical diagnostics of rolling stock and passenger information. To ensure the functioning of information and control systems in high-speed rail transport, two main tasks need to be addressed: providing radio data transmission channels and ensuring the positioning of rolling stock with the required accuracy (track-to-track

accuracy) [1]. To ensure the implementation of advanced information and control systems in high-speed railway transport with the possibility of switching to low-crowd technologies, as well as to ensure the integration of existing data transmission systems and voice commands over the radio channel, it is necessary to introduce wireless broadband radio access systems. At the same time, to ensure the required availability of the radio communication system, it is necessary to implement two aggregated radio access networks in different frequency bands. To develop wireless radio access networks in high-speed railway transport, it is promising to use ultra-wideband communication technology. The concept of the technology is to transmit low-power coded pulses in a very wide frequency band without a carrier frequency [2]. A Gaussian monocycle with an ultra-wideband spectrum is encoded by time-position pulse modulation. It is shown that the use of the ultra-wideband communication system will provide high-speed data transmission networks with high transmission speed and value of the specific density of information transmission, intra-system electromagnetic compatibility, protection against passive interference and external electromagnetic radiation, elimination of the negative impact of multipath signal propagation and secrecy of transmission and the required degree of information protection against unauthorized access [3].

References

1. Горбенко І. Comprehensive solution to the problem of electromagnetic compatibility of modern information and communication systems / І. Горбенко, О. Замула, Х. Ч. Лик. – Радіотехніка. – 2020. – Вип. 202. – С. 106-115.
2. Knyazev V. Development of methods and models to improve the noise immunity of wireless communication channels / V. Knyazev, V. Kharchenko, B. Lazurenko, O. Serkov, K. Trubchaninova, N. Panchenko. – Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2022. – Vol. 1 (5 (115)). – P. 35-42.
3. Serkov A. Strategy of building a wireless mobile communication system in the conditions of electronic counteraction / A. Serkov, O. Kasilov, B. Lazurenko, V. Pevnev, K. Trubchaninova. – Radioelectronic and Computer Systems. – 2023. – No(2), 2023. – p. 160-170.

*Г.М. Сіконенко,
С.М. Мороз¹
(УкрДУЗТ)*

УДК 656.222.4

УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ ТРАНСПОРТНОГО ВУЗЛА ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Однією з основних рис світової економіки є значна спеціалізація країн за добутком сировини, виробництвом товарів та їх споживанням, що зумовлює потребу у ефективній організації міжнародних перевезень та тісної інтеграції країн у виробничому та економічному аспекті.

При перевезеннях на великі відстані більшість перевезень є інтермодальними із залученням морського транспорту. Більшість припортових станцій, які є місцем стикування різних видів транспорту, не мають можливості територіального розвитку, відповідного переробним спроможностям причалів порту. Непропорційний розвиток портової інфраструктури, що фінансується у значній мірі приватними інвесторами та станційної яка підпорядкована АТ «Укрзалізниця» у ряді випадків приводить до нестачі пропускної спроможності самих станцій, що знижує їх маневреність, зумовлює несвоєчасність обслуговування вантажних районів портів. Тривалість процедур митного оформлення вантажів стримує продуктивність і оборотність терміналів порту. На припортових станціях скупчуються і простоюють вагони, що належать різним операторам, що ускладнює оптимальну роботу транспортного вузла. Якщо вагони з вантажем будуть концентруватися на станції в очікуванні вивантаження, то матимуть місце значні простої вагонів, що вимагає наявності додаткового парку вагонів і відповідного числа колій накопичення на станції.

Одним із найбільш ефективних рішень розвитку припортового вузла є створення логістичного центру [1] для підвищення ефективності взаємодії залізничного, автомобільного та морського транспорту. Під логістичним центром розуміємо просторово-функціональний об'єкт з інфраструктурою та організацією, у якому надають логістичні послуги, пов'язані з прийомом, зберіганням, розподілом і видачею вантажів, а також наданням цілого комплексу супутніх послуг.

У роботі розглянуто побудова тилового терміналу при впровадженні магістрально-фідерної системи руху поїздів (рисунок 1). Він повинен стати центром формування магістральних поїздів, маршрутів - прямих і зворотних, повноскладних, збірних, кільцевих. А від морських портів до «тилового терміналу» повинні працювати фідерні перевезення - «вертушечні» поїзди, які працюють за чітким розкладом з великою частотою рейсів.

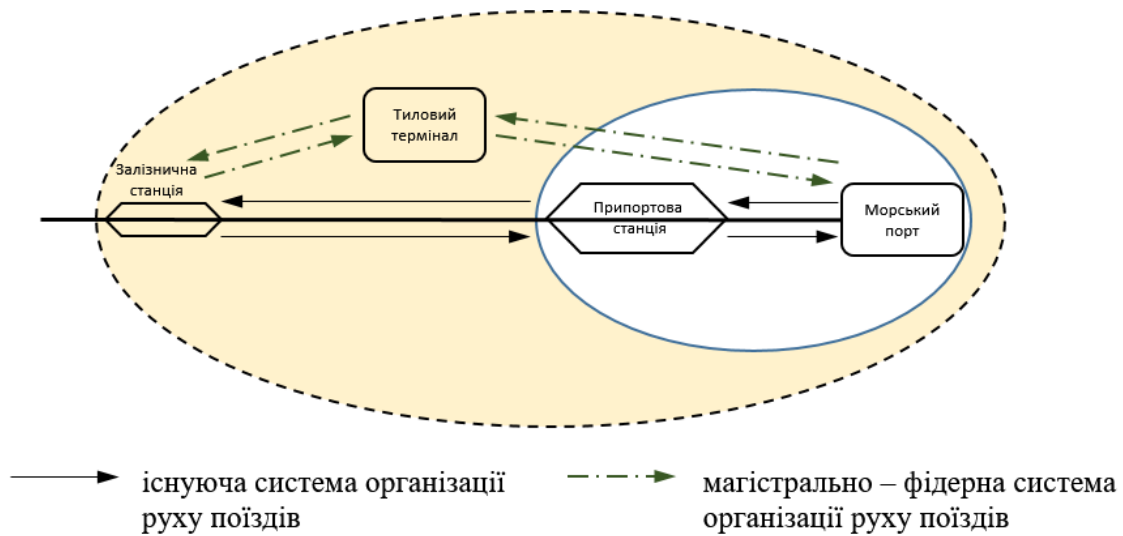


Рисунок 1 – варіанти організації руху поїздів у припортовому вузлі

Відбувається поділ доставки вантажів на дві зони: магістральну - прибуття поїздів, вантажні операції з вагонами, формування і відправлення поїздів; і фідерні - організація руху блок-поїздів за маршрутом «термінал - порт - термінал». Блок-поїзди прямують в порт для перевантаження вантажу по прямому варіанту (вагон-судно, судно-вагон), всі операції з вантажем відбуваються на тиловому терміналі. Також мінімізується час знаходження вантажу (контейнера) у вузлі, прискорюється процес митного оформлення, вантаж надходить в порт тільки при наявності судна, готового під навантаження.

У загальному вигляді умова ефективної взаємодії різних видів транспорту в транспортному вузлі може бути описано за допомогою теоретико-множинної моделі [2]. Оцінку необхідно

здійснювати як за можливістю реалізації планових обсягів перевезень так і за якісними показниками роботи: загальні простой рухомого складу, продуктивність роботи [3]. Запропонована у роботі модель дозволяє встановити оптимальні параметри системи «термінал - станція - порт» з мінімізацією приведених експлуатаційних витрат.

Список використаних джерел

- [1] W. Lu. Implement of Port Logistics Center / Shipping Management, 2001, vol.12, pp.2-4.
 [2] X.J. Feng, W.Wang, L.P. Jiang. Optimization Model and Algorithm of Port Cluster System / Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2008, vol.8, pp.77-81.
 [3] Z.J. Guo, N.Wang, H.Huo. Study of Model of Port Planning for Multimodal Container Transportation

/ Journal of Dalian University of Technology, 2021, vol.41, pp.586-601.

О.А. Малахова, к.т.н.¹,
 Х.О. Жиленко, аспірантка,
 О.С. Павленко, здобувач
 (УкрДУЗТ)

УДК 656.21

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ НОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ВИКОНАННЯ ГРАФІКА РУХУ ПАСАЖИРСЬКИХ ПОЇЗДІВ

Останнім часом популярність залізниць для перевезення пасажирів зростає, а тому пунктуальність є важливим фактором, який може як стимулювати, так і відштовхувати клієнтів. Під час опитування задоволеності пасажирів, проведеного компанією Управління залізничним транспортом УТК (Польща), 79% респондентів вважають затримки поїздів перешкодою для розвитку пасажирського залізничного транспорту. Найбільш пунктуальним вважаються Швейцарські федеральні залізниці (SBB). Запізнення від однієї до трьох хвилин трапляються з 20% усіх поїздів [1]. У Швейцарії свої критерії пунктуальності. Вони розглядають не час прибуття окремих поїздів, а те, наскільки пунктуально прибув пасажир у кінцеву точку своєї подорожі, тобто враховуються всі пересадки. Не пунктуальністю вважається вже те, що пасажир прибув у кінцевий пункт на 3 хвилини пізніше запланованого часу. 89% поїздів у

Конфедерації приходять до пункту призначення вчасно.

Наслідки затримок пасажирських поїздів величезні, тому що графік руху дуже насичений, а резерви часу між узгодженими поїздами дуже малі, то такі запізнення негайно позначаються на всій залізничній мережі.

У Нідерландах пасажирів можуть попросити компенсацію за 15-хвилинну затримку. Якщо ж поїзд запізнюється на годину, пасажиром повертається повна вартість квитка. Як наслідок - частка "пунктуальних" поїздів становить понад 91%.

На залізницях Європи основними причинами затримок пасажирських поїздів вважають погодні умови, технічні несправності рухомого складу та збоїв систем автоматики на перегонах. У 2022 році різко зріс пасажиропотік, особливо на залізницях Німеччини і Польщі, що вплинуло на затримки поїздів при відправленні зі станції (людський фактор).

Точне виконання графіка руху пасажирських і приміських поїздів є однією з найважливіших умов оцінки якості роботи залізничного транспорту в усіх країнах, де реалізовано залізничний рух (у деяких з них, наприклад, у Великій Британії, аналіз виконання графіка перебуває в публічному доступі).

Методика обліку та нормування показників виконання розкладів у пасажирському і приміському русі по залізницях на основі дії низки факторів, що об'єктивно впливають на просування поїздів за маршрутами їх прямування мають враховувати:

- рівень використання наявної пропускної спроможності дільниць (крім малодіяльних), а також ступінь згущення поїздо-потоків;

- технічний стан інфраструктури та рухомого складу, що визначається за часткою випадків відмов технічних засобів (які впливають на виконання графіків руху), що припадає на 1 млн поїздо-км та виконуються на окремому напрямку;

- сумарну тривалість добового бюджету часу на залізницях, що виділяється для планових ремонтно-будівельних робіт, віднесена до експлуатаційної довжини залізниць;

- рівень технологічної дисципліни.

Цей аналіз дозволяє зрозуміти, які аспекти потребують уваги для поліпшення пунктуальності та зменшення негативного впливу затримок на систему залізничного транспорту.

Список використаних джерел

[1] Швейцарські федеральні залізниці (SBB)/ Офіційний сайт : веб – сайт. URL: <https://www.sbb.ch/de/fahrplan/bahnverkehrsinformation/betriebslage.html> (дата звернення 10.10.2023).

*О.А. Малахова¹,
М.Д. Попов¹,
К.М. Онішко
(УкрДУЗТ)*

УДК 656.222.4

АНАЛІЗ КЛЮЧОВИХ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

При аналізі ключових показників ефективності залізничних підприємств використовують три основні групи: корпоративні, функціональні та показники депреміювання. Аналіз показників вантажних перевезень дає змогу раціоналізувати процес перевезень з урахуванням часу доставки та ухвалення рішень щодо страхування і забезпечення безпеки вантажів під час перевезення. Статистична оцінка даних дозволяє ефективно управляти логістичними процесами, мінімізувати витрати і забезпечувати високу якість послуг у сфері вантажоперевезень. Так, аналіз роду вантажів показав, що переважну частину вантажів складають масові перевезення видобувної, металургійної, будівельної та аграрної промисловості. Розрахована середня вартість однієї тони всіх вантажів за період з 2010 по 2021 рік була, враховуючи коливання курсу валют і його зміни в часі, показали стабільність з незначним зростанням ціни. За даними Мінфіна України у 2022 році середня вартість перевезення зросла майже вдвічі, коефіцієнт індексації склав 1,96 [1].

Індекс тарифів на залізничні перевезення використовується для вимірювання зміни вартості фіксованого набору перевезених вантажів в поточному періоді порівняно з попереднім або базисним періодом. При розрахунках індексу тарифів вважається, що структура послуг перевезення має залишатися незмінною за такими параметрами, як вид вантажу, його маса, швидкість доставки, відстань перевезення, тип рухомого складу, рівень використання вантажопідйомності тощо. Такий підхід забезпечує порівнянність індексу тарифів на залізничні перевезення в різні періоди та у різних умовах. У 2022 році індекс тарифів на різні категорії вантажів змінювався не однаково. Можна виділити 3 основні категорії вантажів:

1 категорія - мінерально-будівельні вантажі, чорні метали, світлі нафтопродукти зі зростанням індексу на 170,0 %;

2 категорія – нафта та темні нафтопродукти, кокс, хімічні вантажі, зернові культури, лісові вантажі зі зростанням індексу на 181,1 %;

3 категорія – вугілля, руда залізна, хімічні і мінеральні добрива, цемент зі зростанням індексу на 223,0 %.

Аналіз коливання вартості масових вантажів з 2015 по 2022 рік дає можливість зробити висновок, що існує лінійний зв'язок між корпоративними, які відображають економічний стан підприємства, і функціональними показниками. В умовах стабільної економічної ситуації зі збільшенням обсягу вантажообороту, вартість вантажів поступово зростає, що збільшує зацікавленість відправників у скороченні тривалості доставки, а відповідно зменшенні простоїв на станціях та прискоренні просування по дільницях. Вантажні перевезення є основним джерелом фінансових надходжень для залізниці, тому максимізація прибутку від вантажних перевезень є актуальним завданням. Завдяки проведеному аналізу можна зробити прогнози стосовно обсягу та структури вантажопотоків і намагатися удосконалити технологію роботи залізниць для досягнення синергетичного ефекту в організації перевезень у системі «замовник-перевізник».

Список використаних джерел

[1] Мінфін. Офіційний сайт : веб – сайт. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/economy/index/railprice/> (дата звернення 10.10.2023).

*А.О. Каргін, д.т.н. (УкрДУЗТ)
Д.О. Гієвський*

МЕТОД СТРУКТУРИЗАЦІЇ ЗАВДАННЯ НЕЧІТКОГО УПРАВЛІННЯ В АВТОНОМНОМНИХ СИСТЕМАХ

Традиційним напрямом підвищення рівня автономності безлюдних систем (БС) є використання методів програмного управління, які передбачають обмеження, такі як жорстке упорядкування середовища та високу чутливість до непередбачуваних змін. Одним із шляхів подолання означених обмежень при створенні нових поколінь БС є системи з застосуванням штучного інтелекту (ШІ) для завдань управління, а саме автономні інтелектуальні безлюдні системи (АІБС), що мають високий рівень автономності та інтелекту та використовують набір підходів ШІ до обробки показань сенсорів та обробки знань [1].

У доповіді розглядаються та демонструються можливості нечітких логічних систем (НЛС) для управління планом реалізації дій АІБС використовуючи підхід «розділяй та володарюй» для зменшення розмірності завдань прийняття рішень. В якості прикладу розглядається місія безперервного пересування вантажу з позиції А на позицію В, що

здійснюється колісним роботом, який є прототипом АІБС.

→BLoad→4Move→1Move→AMove→AUnLoad→
3Move→5Move→BMove→

План реалізації місії є впорядкованим набором станів системи «Оточення-АІБС», які АІБС має послідовно проходити, виконуючи певні дії. Подальшою декомпозицією є виділення локальних цілей АІБС як окремих етапів плану, для досягнення яких забезпечується більш докладним планом дій. Враховується наявність перешкод при виконанні місії, таких як: низький заряд акумулятора, перешкоди на шляху руху АІБС, руйнування оточення (розмітки), для подолання яких система вимушена перервати основний план реалізації місії та перейти до нового плану усунення перешкод, щоб повернутись до основного.

Запропонована архітектура системи управління є багатошаровою, де перші два шари складаються з традиційних регуляторів, що підтримують значення параметрів, та контролерів, що реалізують фрагменти програмного управління окремими не схильними до збурень послідовностями дій. Для демонстрації недостатності використання лише цих шарів розглянуто методи програмного управління, де неоліком є потреба в упорядкуванні середовища, порушення якого призводять до неможливості виконання управляючої програми, що суперечить принципам автономності.

Для реалізації вищих шарів управління обрано систему, що заснована на правилах з лінгвістичними змінними, яка на відміну від інших систем, заснованих на правилах виду «ЯКЩО умова ТОДІ дія», не потребує замкнутості, повноти знань, враховує нечіткість локалізацій об'єктів і явищ, дозволяє обробляти правила нечіткої бази знань паралельно, що є перевагою для систем реального часу [2]. Для застосування нечітких систем в додатках АІБС застосовується метод «розділяй та володарюй», згідно з яким лише підмножина правил глобальної нечіткої лінійної системи (НЛС) одночасно використовується для визначення управління. Таким чином, шар нечіткого управління містить множину окремих незалежних локальних НЛС, що відповідають за реалізацію етапів плану, враховуючи можливі збурення.

Структура складається з Системи Сприйняття, яка містить факти, що описують стан оточення користуючись інформацією від сенсорів, Контекстної Пам'яті, яка складається з фактів, що описують стан виконання плану і локальних НЛС, входами та виходами яких є чисельні характеристики фактів з СС та КП. Лінгвістичні вирази формулюються як «Ім'я_ЛЗ є терм_ЛЗ», де іменем

лінгвістичної змінної є певні факти, а термами – нечіткими оцінками стану цих фактів, що чисельно виражаються нечітким фактором впевненості, який є нечітким числом з гаусовою L-R функцією приналежності [3].

Оскільки реалізація плану дій полягає у переміщенні певною траєкторією, а НЛС не є системами з пам'яттю, незалежні локальні НЛС структуруються введенням контекстної залежності, яка встановлює послідовність локальних цілей етапів плану. Для цього в СС множина фактів PS структурується розбиттям на дві підмножини, де перша PSplan містить факти, що визначають етапи плану, а друга PSsit описує ситуацію оточення. Відповідно в КП для кожного факту з PSplan вводиться контекстний факт, який є складовою множини контекстних фактів CF.

$$PS = \{PSplan = \{f_i, i=1,2,\dots,n\} = \{AUnLoad, BLoad, 1Move, 2Move, 3Move, 4Move, 5Move, AMove, BMove\}, PSsit = \{g_j, j=1,2,\dots,m\}\}.$$

$$CF = \{*AUnLoad, *BLoad, *1Move, *2Move, *3Move, *4Move, *5Move, *AMove, *BMove\}$$

Таким чином, для демонстрації методу структуризації використано чотириох-шарову НЛС, що складається з 33 ЛЗ та 32 правил, які виконуються за наявності вищезазначених перешкод.

Список використаних джерел

1. J. Chen, J. Sun, G. Wang. From Unmanned Systems to Autonomous Intelligent Systems. Engineering 12: 2022, P. 16-19. <https://doi.org/10.1016/j.eng.2021.10.007>
- M. Negnevitsky. Artificial Intelligence: A Guide to Intelligent Systems. 2nd ed. Addison-Wesley, 2005, 415 P.
2. A. Kargin, T. Petrenko. Spatio-Temporal Data Interpretation Based on Perceptual Model. In: Mashtalir V, Ruban I, Levashenko V (eds) Advances in Spatio-Temporal Segmentation of Visual Data. Studies in Computational Intelligence, vol 876. Springer, Cham. 2020, P. 101-159. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-35480-0>.

*Каргін А.О., д.т.н., Р.С. Кузьменко,
аспірант (УкрДУЗТ)*

ІНТЕРПРЕТАТОР КОМАНД СИСТЕМИ М'ЯКОГО ПРОГРАМНОГО УПРАВЛІННЯ КОЛІСНИМ РОБОТОМ НА ПЛАТФОРМІ ARDUINO

Останнім часом колісні роботи стають все більш поширенішими і це відображається на різних галузях промисловості. Колісні роботи здатні ефективно виконувати мобільні завдання, так як оснащені колесами. Сфера застосування колісних роботів розширюється в таких галузях, як промисловість, побут, безпека, сільське господарство, будівництво та розвиток інфраструктури, дослідження природи, освіта та складська логістика на якій у роботі зроблено акцент.

Автоматизований електричний засіб або ж робот-вантажник використовується в логістиці або ж складському господарстві, для того щоб переміщувати товари та матеріали. Зазвичай роботи даного типу оснащені колесами для руху по підлозі та має певні вбудовані механізми для підйому, переміщення та опускання вантажів.

Для виконання поставлених завдань робот-вантажник може використовувати інформацію з різних сенсорів. Таких як – гіроскопи, акселерометри, датчики відстані, відео камери, датчики зіткнень, система розташування та навігації. Останнім часом набувають поширення роботи які оснащені штучним інтелектом (ШІ) для планування маршруту, аналізу ситуації, а також управління реалізацією плану дій в умовах непередбачених перешкод.

В доповіді наведено аналіз методів програмного управління для переміщення у просторі мобільних роботів. Методи управління роботом закладено в Управляючій Програмі (УП), що задає по суті план дій роботу. Інтерпретатор УП, як головна компонента системи програмного управління роботом, реалізує крок за кроком кадри УП, тобто виконує функцію менеджера окремих етапів плану переміщення для досягнення цільової позиції. В УП вказані, а інтерпретатор використовує дані від різних датчиків, таких як драйвер матриці датчиків відображення на підлозі, ультразвуковий датчик та відеокамера, для обчислення відхилення робота від лінії розмітки або інших параметрів.

В доповіді приведено три типи управляючої програми для колісних роботів [1] для методів жорсткого програмного управління, гнучкого програмного управління та м'якого програмного управління. У випадку використання жорсткого програмного управління команди впорядковані по часу, переміщення здійснюються з постійною швидкістю і окремі етапи плану тривають певний постійний час. У гнучкому програмному управлінні використовуються дані від датчиків, наприклад, одометрів, для ідентифікації подій пов'язаних з досягненням цільової ситуації, що вказана в кадрі програми у якості прототипу. М'яке програмне управління [2] в більшому ступені ніж два

попередніх методи сполучає ситуацію на завершені попереднього кадру з початковою ситуацією, потрібною для виконання наступного кадру програми. Це значно підвищує рівень автономності роботи, що є актуальним завданням сьогодення.

Щоб реалізувати метод м'якого програмного управління недостатньо об'єднати певним взаємозв'язком різного рівня контролери, що реалізують ті чи інші методи ШІ. Пропонується нова модель м'якого програмного управління [2], яка потребує різного роду оцінок та порівнянь з існуючими методами. Для цього на першому етапі створюється штучне оточення, моделювання управління роботом в цьому оточенні та порівняння характеристик цих трьох методів.

Дослідження пропонується виконати на основній моделі системи нечіткої когнітивної карти, яка створюється в середовищі Mental Modeler [2]. Одним з критеріїв якості методів програмного управління обрано "якість вантажних перевезень". Після виявлення факторів впливаючих, а цей критерій створено в логічній моделі системи у середовищі MatLab, в цій системі відбувається моделювання впливу збоїв в реалізації команд УП або групи команд на ймовірність завершення виникнення завдання (цільової ситуації, заданої в УП).

В роботі приведена фізична модель системи прототипу. Ця модель показує, на яких компонентах буде створено робот-вантажник на основі апаратного забезпечення на платформі Arduino. Це мікроконтролер Arduino Mega, як основна платформа до якої будуть під'єднуватися інші датчики. До Arduino Motor Shield під'єднуються чотири мотори для управління колесами робота. Серед інших компонентів присутні наступні – ультразвукові датчики, одометр, гіроскоп, акселерометр, датчик зіткнення, Wi-Fi або ж Bluetooth, та інші.

Управління роботом здійснює модель інтерпретатора команд шляхом зчитування команди з консолі вводу на платформі Arduino C++. В скетчі наведено зразок того, як можна зчитуючи команди вводу, виконувати керування роботом. Приведено опис реалізації команд типу "forward", "stop", "backward", "distance", "turn". На основі даного скетчу створено діаграми виконання даного скетчу.

Список використаних джерел

1. Каргін А.О., Жуков С.В., Сергеев Д.А., Сілін Є.Л. Модель базового рівня штучного оточення автономних інтелектуальних безлюдних систем на прикладі мобільного роботу що обслуговує. Системи управління, навігації та зв'язку. 2023. Випуск 2(72), С. 107-113.

2. A. Kargin, T. Petrenko. Feeling Artificial Intelligence for AI-Enabled Autonomous Systems. Conference Proceedings of 2022 IEEE Global Conference on Artificial Intelligence and Internet of Things (GCAIoT) Alamein New City, Egypt, 18-21 December 2022, P.88-93.

3. Mental Modeler - Fuzzy Logic Cognitive Mapping. URL: www.mentalmodeler.com (Last accessed: 22.06.2023)

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

УПРАВЛІННЯ АВТОНОМНИМИ СИСТЕМАМИ НА БАЗІ НЕЧІТКОГО ФАКТОРУ ВПЕВНЕНOSTI, ЩО ВРАХОВУЄ СТАРІННЯ ДАНИХ ВІД СЕНСОРІВ

Забезпечення необхідного рівня автономності безлюдних систем (БС) залишається актуальним завданням, не дивлячи на суттєвий прогрес у створенні розумних машин, та інших систем [1]. Для вирішення цього завдання велика надія покладається на штучний інтелект (ШІ). Використання ШІ в автономних інтелектуальних БС (АІБС) має свої особливості, пов'язані з управлінням в реальному часі в змінному середовищі та необхідністю прийняття рішень на основі даних від сенсорів, які можуть втрачати актуальність з часом [2]. Це вимагає застосування нових моделей ШІ. В роботі [3] запропонована модель обчислення сенсу ситуації, представленої на множині даних від сенсорів. Чисельною оцінкою сенсу ситуації є нечіткий фактор впевненості (НФВ), який використовується як вхідний параметр нечіткої логічної системи при визначенні управління в АІБС. Мета доповіді показати вплив старіння даних від сенсорів на впевненість прийняття управляючих рішень в АІБС. В доповіді розглядається модель прийняті рішень АІБС на підставі НФВ. В [3] введено НФВ як L-R нечітке параметризоване число з гаусовою функцією приналежностей й параметрами що задають інтервали часу, що минули з моментів зміни даних та отримання а також нормалізований коефіцієнт швидкості старіння даних.

Значення коефіцієнтів швидкості старіння даних налаштовується відповідно до динамічних характеристик оточення АІБС. В доповіді розглядається метод визначення цих коефіцієнтів на прикладі роботу, як прототипу АІБС, що приймає рішення щодо перетину перехрестя транспортних

ліній по яких переміщуються інші роботи виконуючи технологічне завдання.

Список використаних джерел

1. H. Shakhathreh et al., "Unmanned Aerial Vehicles (UAVs): A Survey on Civil Applications and Key Research Challenges," J. IEEE Access, vol. 7, pp. 48572–48634, Apr. 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2909530.
2. The Future of Autonomy. Isn't Human-Less. It's Human More. (2022). Lockheed Martin. Accessed: August 25, 2022. [Online]. Available: <https://www.lockheedmartin.com/en-us/capabilities/autonomous-unmanned-systems.html>
3. A. Kargin and 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.

А.О. Каргін, д.т.н., С.В. Черноштан (УкрДУЗТ)

ОЦІНКА ДИНАМІЧНОЇ СИТУАЦІЇ НА ОСНОВІ ЦИФРОВОГО ДВІЙНИКА ОБ'ЄКТУ

Однією із сучасних концепцій у залізничній сфері є використання цифрових двійників для динамічної оцінки ситуації на залізничних станціях. Цифровий Двійник (ЦД) – це віртуальна копія реального об'єкту, яка постійно оновлюється за допомогою сенсорів та інших джерел даних. Однією з основних переваг використання цифрових двійників є забезпечення в режимі реального часу актуальної інформації про стан об'єктів. Завдяки постійному оновленню цифрового двійника, оператори (задіяний в обслуговуванні персонал) можуть відстежувати зміни, виявляти потенційні проблеми та реагувати на них у найкоротші терміни. Крім того, цифровий двійник станції дозволяє використовувати алгоритми штучного інтелекту для автоматичного аналізу та прийняття рішення.

Створення системи автоматичного аналізу та прийняття рішення про виявлення несправностей та надання прогнозування стану обладнання передбачає наступні етапи: 1 - збір даних, 2 - попередня обробка даних, 3 - вибір моделей, 4 - збір характеристик, 5 - тестування моделі, 6 - валідація та тестування. На етапі експлуатації системи планується вирішення завдань а) виявлення несправностей та прогнозування стану обладнання, б) постійне оновлення та вдосконалення. Застосування цифрових двійників у залізничній

індустрії також дає можливість збирати та зберігати історичні дані, які можуть бути використані для аналізу, вдосконалення процесів та планування майбутніх заходів. При створенні системи використовується знання-орієнтований підхід.

Елементарною порцією знань в ЦД є Гранула Знань (ГЗ). Така порція знань має Зовнішній Сенс (ЗСГЗ) та Внутрішній Сенс (ВСГЗ). Формальне визначення ЗСГЗ має вигляд [1]

$$\langle N, \text{know}, \{ \langle M_i, (a_i, b_i, v_i, g_i) \rangle, \forall M_i \in \Omega_N \} \rangle \quad (1)$$

де N є ідентифікатор ГЗ; know є знакова модель гранули; $\Omega_N = \{M_i\}_{i=1, 2, \dots, I}$ є множини ГЗ, які використовуються для розкриття сенсу гранули N; M_i є ідентифікатор ГЗ нижчого рівня абстракції.

В визначенні (1) вказані параметри що є чисельною експертною оцінкою: a_i - впевненість експерта в тому, що поняття про M_i необхідно для розкриття сенсу поняття N; b_i - часова затримка при визначенні динамічних відношень; v_i - швидкість старіння інформації щодо M_i та g_i - інформаційна повнота (чи достатньо знань про ГЗ M_i щоб розуміти сенс ГЗ N).

У Базі Знань (БЗ) ЦД множина ГЗ структурована, гранули розташовані за рівнями абстрагування. На нижньому нульовому рівні ГЗ дають визначення сенсу даних від сенсорів. Наприклад, на рис. 1 показано представлення ЗСГЗ у загальному випадку за допомогою функції Нечіткого Фактору Впевненості (НФВ) [2].

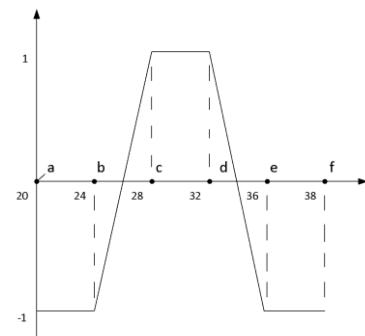


Рис. 1. Графічна ілюстрація визначення ЗСГЗ нульового рівня, загальний вигляд функції нечіткого фактору впевненості для однієї гранули;

Подання знань у вигляді (1) проілюструємо на прикладі дільниці рейкових кіл, а саме фрагмента знань, необхідних для безпечного проїзду світлофора для продовження руху заданим маршрутом. На рис.2 наведена ситуація, коли приймається оцінка безпечності проходження світлофора поїздом на дільниці, для чого потрібні дані з сенсорів наступних дільниць та показань світлофора.

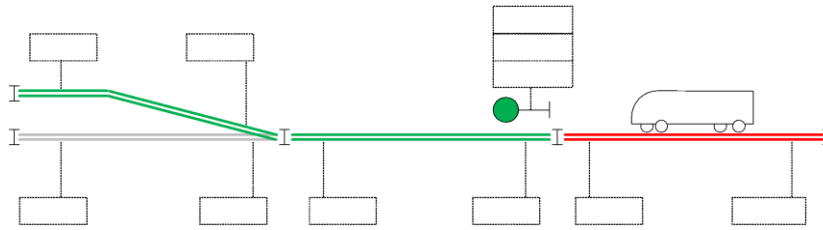


Рис.2 Приклад сканування ситуацій по маршруту руху поїзду

Моделювання апаратного забезпечення базується на мікроконтролері Arduino UNO R3, модулі wi-fi esp32 та 11-ти датчиках струму TA12-100 для можливості сприйняття змін показань струму в рейкових колах та світлофорі [3]. Ситуація представлена гранулярною моделлю знань, в якій окремі ГЗ уявляють безпосередньо дані від датчику току що встановлює рівень току, вільність ділянки на підставі знань про рейкові кіла, стан ділянки (зайнята рухомою одиницею та чи рухається об'єкт даною ділянкою чи відповідна ділянка знаходиться в несправному стані). На рис. 2 модель відображення поточного стану дільниці руху у вигляді двумірної просторової карти.

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. Kargin, A., Petrenko, T. Planning and Control Method Based on Fuzzy Logic for Intelligent 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).
3. 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.

*В.І. Коваленко, А.Л. Сумцов, Ю.Ю. Назаров
(УкрДУЗТ)*

УДК 629.4

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ДІАГНОСТИКИ ТА ОБСТЕЖЕННЯ ХОДОВОЇ ЧАСТИНИ РУХОМОГО СКЛАДУ

Ходова частина рухомого складу – це надзвичайно важлива складова будь-якого залізничного транспорту, яка відповідає за безпеку та ефективність його руху. Правильне діагностування та обслуговування ходової частини поїздів є вирішальними аспектами для забезпечення надійності та довговічності рухомого складу.

Діагностування ходової частини поїздів є процесом, який дозволяє визначити стан різних елементів, таких як колеса, букси, гальмівні диски та інші деталі, що впливають на характеристики поїзда та безпеку руху. Цей процес важливий для забезпечення безпеки пасажирів та вантажу, а також для зменшення витрат на обслуговування та ремонт.

Одним з основних методів діагностування ходової частини поїздів є візуальний огляд. Інженери і технічний персонал періодично проводять огляди поїздів для виявлення видимих дефектів та відслідковування незвичайних звуків та вібрацій [1]. Візуальний огляд є швидким і ефективним методом, але він може бути недостатнім для виявлення прихованих проблем.

Для більш точного діагностування використовуються різні технології та прилади, такі як ультразвукова діагностика, тепловізійний контроль, магнітна дефектоскопія та інші. Наприклад, ультразвукова діагностика дозволяє виявити внутрішні дефекти в металевих деталях, такі як тріщини або інші несправності, які не видно при візуальному огляді. Такі технології дозволяють вчасно виявити проблеми та уникнути аварій.

Тепловізійне обстеження ходової частини рухомого складу є дуже доцільним і важливим процесом у залізничній галузі, оскільки воно має численні переваги та позитивні аспекти, зокрема:

- виявлення прихованих дефектів. Тепловізійне обстеження дозволяє виявити приховані дефекти та несправності, які не видно за допомогою візуального огляду. Наприклад, тепловізійна камера може виявити зони з підвищеною температурою, які можуть свідчити про незвичайне тертя або незадовільний стан підшипників.

- зменшення ризику аварій. Під час руху поїзда великі температурні аномалії можуть вказувати на проблеми в робочому стані гальм, гідравлічних гасників коливаль, букс чи інших

елементів ходової частини. Вчасне виявлення цих проблем завдяки тепловізійному обстеженню допомагає уникнути аварій та забезпечити безпеку пасажирів.

- зниження витрат на обслуговування, збільшення надійності та тривалості служби. Тепловізійне обстеження може допомогти зменшити витрати на обслуговування, оскільки дозволяє виявити проблеми в ходовій частині поїзда на ранніх стадіях. Це дозволяє проводити своєчасні ремонти та заміни вузлів, замість дорогих непланових ремонтів, що сприяє підвищенню надійності ходової частини та повному використанню ресурсу. Це важливо для забезпечення комфорту та безпеки пасажирів.

- висока швидкість обстеження та автоматизація діагностичного процесу. Тепловізійне обстеження може бути проведене дуже швидко і не вимагає затримки поїзда[2]. Це дозволяє збільшити час на виконання перевізної роботи.

Отже, тепловізійне обстеження ходової частини рухомого складу є ефективним і доцільним методом, який сприяє забезпеченню безпеки, ефективності та надійності залізничного транспорту.

Поєднання тепловізійного та візуального обстеження ходової частини поїздів та застосування сучасних систем розпізнавання зображень є необхідними для досягнення максимального ефекту. Обидва методи мають свої переваги та обмеження, і їх поєднання дозволяє отримати більш повну та точну інформацію про стан ходової частини. Сучасні методи розпізнавання образів можуть доповнити цей процес, забезпечуючи аналіз та інтерпретацію даних з великою швидкістю та високою точністю.

Сучасні програми розпізнавання образів додають до цього процесу автоматизацію та аналіз в реальному часі. Вони можуть ідентифікувати конкретні дефекти, порівнюючи отримані дані з базою даних або попередніми зразками [3]. Це дозволяє оперативно реагувати на виявлені проблеми та планувати ремонтні роботи заздалегідь.

Застосування сучасних систем розпізнавання образів також зменшує можливість помилок та інтерпретаційних неточностей, оскільки вони працюють на основі об'єктивних алгоритмів та штучного інтелекту. Це робить процес обстеження ще більш надійним і швидким.

Отже, поєднання тепловізійного та візуального обстеження з використанням сучасних алгоритмів розпізнавання образів є доцільним підходом для забезпечення надійності та безпеки ходової частини поїздів. Цей комплексний підхід допомагає виявити, ідентифікувати проблеми в ранніх стадіях, забезпечуючи найвищий рівень безпеки та надійності у залізничній галузі.

Список використаних джерел

1 Борзилов, І.Д. Удосконалення технології технічного обслуговування та ремонту вагонів засобами технічної діагностики: навч. посібник для ВНЗ. – Харків: УкрДАЗТ, 2003. – Ч. 1. – 91 с.

2 Andriy Sumtsov, Anatoliy Falendysh, Olha Kletska Thermal imaging diagnostics locomotives MATEC Web of Conferences, 2018. Volume 182, 01004 – P. 1 – 8.

3 Кутковецький В. Я. Розпізнавання образів : навчальний посібник. – Миколаїв: Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2017. – 420 с.

А.В. Колісник, к.т.н.

Д.О. Дудник, магістрант

Р.Р. Сведюк, магістрант

(УкрДУЗТ)

УДК 656.073.235:004

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ІНТЕРМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗА РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ НОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Інтермодальні перевезення- складний процес транспортування вантажів, де задіяно багато учасників цього процесу: вантажовідправники, вантажоодержувачі, логісти, а також такі перевезення відбуваються за участю двох і більше видів транспорту у міжнародному сполученні. Людський фактор при організації інтермодальних перевезень негативно впливає на якість управління перевезеннями.

На залізницях України для автоматизації управління транспортних процесів під час вантажних перевезень використовується автоматизована система АСК ВП УЗ-Є.

З метою зменшення непродуктивних простоїв вантажів, раціонального використання транспортних засобів пропонується впровадити новий елемент до АСК ВП УЗ-Є з використанням сучасних методів моделювання вантажопотоків шляхом його інтегрування на АРМі оперативних працівників зокрема ДНЦ, ДСП, ДНЦОВ, ДСЦ, що будуть містити у собі СППР, а також на АРМ менеджера з логістики [1]. Це дозволить за допомогою системного підходу узгодити роботу залізничних термінальних станцій, прикордонних станцій, логістичних компаній, що призведе до зменшення простоїв рухомого складу з вантажем на залізничних станціях, тим самим зменшаться

загальні експлуатаційні витрати на перевезення вантажів залізницею.

Список використаних джерел

[1] Лаврухін О. В., Долгополов П. В., Петрушов В. В., Ходаківський О. М. Інформаційні системи та технології при управлінні залізничними перевезеннями: навчальний посібник. Харків. 2011. 118с.

Крощенко Д.О., аспірант (УкрДУЗТ)

УДК 621.391

АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО ОПТИМІЗАЦІЇ ЗАВАДОСТІЙКИХ КОДІВ

У сучасних телекомунікаційних системах інформація, як правило, передається в цифровому виді й обробляється цифровими методами. При цьому важливу роль відіграють методи кодування інформації. Головною метою кодування є передача достовірної інформації. При передаванні повідомлення основна задача, передавання інформації із заданими вірністю й швидкістю передавання, але в реальних повідомленнях підвищення швидкості передавання інформації приводить до зниження завадостійкості й вірності передавання [1,2].

Виконано аналіз наявних методів завадостійкого кодування. Проведено пошук методів оптимізації завадостійких кодів для телекомунікаційних систем. Використання методів оптимізації завадостійких кодів дають змогу розширення безпроводових засобів передавання інформації. Що в свою чергу дозволяє передавати більш достовірну інформацію.

Список використаних джерел

1. Банкет, В.Л. Завадостійке кодування в телекомунікаційних системах: навч. посіб. з вивчення модуля 4 дисципліни ТЕЗ / В.Л. Банкет, П.В. Іващенко, М.О. Іщенко. – Одеса: ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2011. – 100 с.

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.

*Мірошник М. А., д.т.н.
Зайченко О.Б., асистент
Мірошник А. М., к.т.н.*

Зайченко Н.С., аспірант

СИНТЕЗ ЧАСОВИХ АВТОМАТІВ З ОПРЕЦІЙНИМ ПЕРЕТВОРЕННЯМ КОДУ СТАН

Актуальна наукова проблема розробки методів, спрямованих на зниження апаратних витрат у логічній схемі кінцевого автомата, вирішується шляхом адаптації схеми кінцевого автомата (кінцевого автомата) до характеристик реалізованого алгоритму керування. Об'єктом дослідження процес оптимізації схем кінцевих автоматів. Предметом дослідження є моделі та методи синтезу кінцевих автоматів, спрямовані на зниження апаратних витрат у схемі машини. Дослідження засноване на систематичному аналізі результатів сучасних теоретичних та прикладних розробок вітчизняних та зарубіжних вчених у галузі цифрових пристроїв управління. Теоретична новизна відрізняється тим, що запропонований метод вибору констант в операціях переходів робочих станів на основі визначника матриці [1].

Практична новизна полягає в реалізації в Quartus поведінковим методом, із заміною логіки наступного стану та логіки виходу процесом, що реалізує умовні переходи згідно з розрахованими раніше арифметичними операціями, які пов'язують між собою сусідні стани-вершини граф-схеми алгоритму.

У зв'язку з інтелектуалізацією вимірювальної техніки змінюється елементна база та розширюються межі знань інженерів-метрологів. Наприклад, при проектуванні пілотажних та навігаційних систем інформаційно-вимірювальної системи вимагають великого обсягу обчислень та продуктивності. Сучасна елементна база дуже різноманітна. Це мікроконтролери та мікрокомп'ютери, промислові контролери та програмовані логічні матриці (ПЛІС). Ця доповідь присвячена розвитку теорії ПЛІС.

Раніше до появи ПЛІС вже існували пристрої управління як кінцевих автоматів. Теорія кінцевого автомата полягає в таблиці переходів, діаграмі станів з вершинами станів, для мінімізації логічних функцій використовуються карти Карно. З появою ПЛІС пристрої управління зберегли теорію, їх просто почали реалізовувати мовами опису апаратури VHDL на ПЛІС цими теоретичними методами. Очевидно, що зменшення кількості елементів спрямоване на підвищення надійності та зниження витрат на продукцію. Зменшити кількість логічних елементів можна за допомогою композиційних мікропрограмних пристроїв [2]. Пристрій композиційного мікропрограмного управління побудовано з використанням структурної

композиції кінцевого автомата та мікропрограмного управління. Відмінність від мікропрограмного блоку управління на краще за рахунок відсутності умовних і безумовних переходів, але є й недоліки. Композиційний мікропрограмний блок керування ефективний для лінійної граф-схеми алгоритму, що містить не менше 75% операторних вершин від загальної кількості вершин.

Підхід до побудови функції переходів мікропрограмного автомата зумовив такі принципи [3]: 1. Структурні коди станів та вхідних сигналів отримують деяку інтерпретацію скалярну або векторну, на основі якої для станів та вхідних сигналів формуються спеціальні проміжні коди. 2. При використанні кодів проміжного стану та вхідних сигналів автоматичний перехід (перетворення поточного коду стану на код наступного стану) розглядається як виконання деякої операції (операція переходів) над кодом поточного стану та кодом вхідного сигналу. 3. На безлічі переходів автомата виділяється підмножина, котрій всі переходи реалізуються з допомогою однієї операції переходів, визначеної набором кодів проміжного стану і вхідних сигналів. 4. Структурна реалізація операції переходу є логічною схемою, яка дозволяє виконувати перетворення структурних кодів станів і вхідних сигналів, еквівалентне перетворення відповідних кодів проміжного стану і вхідних сигналів з використанням цієї операції переходу. 5. У загальному випадку існує кілька наборів переходів підмножин автоматів, у кожному з яких: структурні коди станів та вхідні сигнали інтерпретуються незалежно від інших підмножин переходів; проміжні коди станів та вхідні сигнали формуються незалежно від інших підмножин переходів; всі переходи реалізуються у вигляді однієї операції переходів, визначених наборах кодів проміжних станів і вхідних сигналів цих підмножин переходів; апаратні витрати в логічній схемі, що реалізує операцію переходів, не залежать (або незначно залежать) від кількості переходів у цьому підмножині. 6. Переходи, що не належать жодному з утворених підмножин, реалізуються канонічним чином згідно з системою булевих рівнянь. 7. Структурний синтез автомата можливий лише у разі унікальності кодів структурного стану та вхідних сигналів.

Ці принципи формулюються за допомогою математичного апарату теорії універсальних алгебр, згідно з яким механізм реалізації автоматичних переходів ґрунтується на спеціальній інтерпретації та обробці структурних кодів станів та вхідних сигналів, представлених проміжною алгеброю переходів. Оскільки в проміжній алгебрі роль перетворювача коду стану виконує одна операція, цей підхід назвемо принципом операційного перетворення коду стану. Цей принцип відрізняється

від класичного підходу, у якому використовуються правила перетворення кодів станів і вхідних сигналів, які залежить від їх конкретних значень. Реалізацію перехідної функції мікропрограми відповідно до принципу операційного перетворення кодів станів називають операційною реалізацією перехідної функції [4].

Теоретична новизна запропонованого підходу відрізняється тим, що запропонований спосіб вибору в операціях переходів робочого стану констант, кратних визначнику матриці. Практична новизна полягає в реалізації в Quartus поведінковим методом, із заміною логіки наступного стану та логіки виходу процесу, що реалізує умовні переходи згідно з розрахованими раніше арифметичними операціями, які пов'язують між собою сусідні стани-вершини граф-схеми алгоритму. Перспективою дослідження є структурний підхід у реалізації програмно-апаратних тимчасових автоматів із операційним перетворенням кодів станів.

Список використаних джерел

1. M. Miroshnyk, O. Zaichenko, P. Galkin. "Signal Flow Graph for Optimizing of Mutual Sensors Reflection in the Multiprobe Microwave Multimeter." 2nd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON), pp. 200-204, July 2019.,
2. M. Miroshnyk, O. Zaichenko, P. Galkin, N. Zaichenko, "Six-port Reflectometer with Kalman Filter Processing of Sensor Signals," 15th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), pp. 55-58, February 2020.,
3. M. Miroshnyk, O. Shkil, D. Rakhlis, I. Filippenko, E. Kulak, A. Miroshnyk, "Testable design of control digital automatic machines". 15th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), pp. 1-6, February 2020.,
4. M. Miroshnyk, O. Zaichenko, N. Zaichenko, A. Miroshnyk, "Multiprobe microwave multimeter signals iterative processing". In 2020 XXX International Scientific Symposium 'Metrology and Metrology Assurance (MMA), pp. 1-4, September, 2020.

*Мірошник М. А., д.т.н.,
Ю.В. Галайчук, аспірант*

МОДЕЛІ І МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ЩО ВИКОРИСТОВУЄ АЛГОРИТМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Актуальність дослідження. В даний час широко використовуються досить ефективні методи, моделі та способи оцінки якості програмного забезпечення, що включають такі показники якості програмних продуктів, як функціональність, надійність, практичність, ефективність, мобільність, інтерактивність тощо.

За статистичними даними з statista.com очікується, що світовий ринок штучного інтелекту досягне майже 126 мільярдів доларів США до 2025 року порівняно з лише 10,1 мільярдами доларів у 2016 році. Все збільшується кількість інформаційних систем та програмного забезпечення, де використовуються алгоритми штучного інтелекту для обробки даних та отримання результатів роботи. Серед розповсюджених прикладів такого програмного забезпечення можна згадати сервіси пошуку схожих зображень, навігатори з пошуком найбільш оптимального шляху, сайти знайомств, генератори тексту, що працюють із застосуванням машинного навчання, комп'ютерні ігри тощо.

Значна доля вищезгаданого програмного забезпечення припадає на приватний бізнес, де існує велика конкуренція, тому якість стає одним з ключових факторів конкурентоспроможності. Таким чином, розробка моделей і методів оцінювання якості програмного забезпечення та інформаційних систем що використовують алгоритми штучного інтелекту, є актуальною науково-технічною проблемою, яка визначила напрямок досліджень дисертаційної роботи.

Метою роботи є підвищення якості оцінювання програмного забезпечення що використовує алгоритми штучного інтелекту.

Наукова новизна полягає у вдосконаленні існуючих методів оцінювання якості програмного забезпечення що використовує алгоритми штучного інтелекту.

Предмет дослідження. Основним результатом роботи алгоритмів штучного інтелекту є вихідні дані. Та при оцінюванні якості вихідних даних, отриманих за допомогою таких алгоритмів, виникла низка проблем: потенційна кількість вихідних результатів (у тому числі результатів, що не є множиною чисел) може бути безкінечною; вихідні дані залежать від навчання алгоритму - вони можуть змінюватись при однакових вхідних даних, що робить оцінку якості роботи такого алгоритму також залежною від ступені його навчання; відсутні чітко визначені критерії якості таких вихідних даних, як, наприклад, творчий текст, зображення, поведінка у грі, що призводить до великої долі людського фактору при оцінюванні цих даних.

Предметом дослідження є моделі, методи та процедури оцінювання якості програмного

забезпечення що використовує алгоритми штучного інтелекту.

Об'єктом дослідження є вихідні дані, отримані у результаті роботи програмного забезпечення що використовує алгоритми штучного інтелекту.

Практичне значення в галузі комп'ютерних наук полягає у розробці моделей, методів та процедур оцінювання якості програмного забезпечення та інформаційних систем, які можуть бути використані у процесах оцінювання якості програмного забезпечення та інформаційних систем що використовують алгоритми штучного інтелекту та націлені на покращення точності оцінки якості вихідних даних та зменшення долі суб'єктивності та людського фактору.

Висновки. Дослідження плануються проводитись в рамках бюджетних тематик, які будуть на той момент на кафедрі теоретичної та прикладної системотехніки Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна та планується впровадження результатів дослідження підтвердити відповідними актами при розробці наукових тем дослідження також планується впровадити результати дослідження в навчальний процес кафедри теоретичної та прикладної системотехніки Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна.

Список використаних джерел

1. Грицюк Ю. І., Андрущакевич О. Т. Засіб для визначення якості програмного забезпечення методами метричного аналізу. Науковий вісник НЛТУ України. 2018, т. 28, № 6. С. 159–171.,
2. Говорущенко Т.О. Аналіз галузі оцінювання якості програмного забезпечення. / Т.О. Говорущенко / Lviv Polytechnic National University Institutional Repository <http://ena.lp.edu.ua/> / 2018. с.41-48.,
3. Чертов О.Р., Довгаль К.І. Способи розробки моделі оцінки якості програмного забезпечення // Прикладна математика та компютинг. ПКМ, 2015: зьомна наук.конф.магістрів та аспірантів. Київ. 15-17 квіт. 2015 р. : зб.тез доп. / [редкол.: Дичка І.А. та ін] – К.: Просвіта, 2015.,
4. Довгаль К.І., Чертов О.Р. Байесові мережі для моделей оцінки якості програмного забезпечення // Системний аналіз та інформаційні технології : матеріали 17-ї Міжнародної науково-технічної конференції SAIT 2015, Київ 22=26 червня 2015 р. / ННК «ІПСА» НТУУ «КПІ». – К.: ННК «ІПСА» НТУУ «КПІ», 2015.,
5. [Хенрик Бринк](#), [Джозеф Ричардс](#), [Марк Феверолф](#) Машинне навчання, 2017., с. 336, 6. Поморова О.В., Говорущенко Т.О. Сучасні проблеми

оцінювання якості програмного забезпечення // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – Харків: НАУ “ХАІ”, 2013. – № 5. – С.319–327.

*Мірошник М. А., д.т.н.
А.В. Шафранський, аспірант*

МЕТОДИ ДІАГНОСТИКИ РЕКОНФІГУРОВАНИХ ЦИФРОВИХ СИСТЕМ

Проектування сучасних цифрових систем засноване на застосуванні високотехнологічних САПР цифрових пристроїв, що вимагає від розробників глибоких знань не тільки цифрової схемотехніки і архітектур обчислювальних систем, але і знання методів синтезу спеціалізованих пристроїв з мікропрограмного управлінням, знання високорівневих мов проектування і методів контролепригодного синтезу. Процес проектування сучасних вбудованих цифрових пристроїв і систем - це процес створення власних і використання стандартних цифрових компонент інтелектуальної власності, які представляють собою не тільки схемотехнічне опису, але по суті є повноцінними проектними документаціями за функціональним і параметричним моделюванням, верифікації та виготовлення з застосуванням конкретних технологій. Масове поширення мов проектування цифрових пристроїв, формування світового ринку компонент інтелектуальної власності визначило проблему захисту проектних описів і реалізованих цифрових компонент від несанкціонованого використання. Стрімкий прогрес в технологіях реалізації програмованих логічних інтегральних схем не тільки відновив інтерес інженерів і науковців до реконфігурованих обчислень, але і визначив нові завдання, такі як забезпечення захисту цифрових компонент від клонування.

Робота присвячена сучасним архитектурам вбудованих систем. Робиться огляд систем на кристалі, реконфігурованих цифрових систем, мереж на кристалі. Наводяться приклади вбудованих систем на базі ПЛІС [1].

1 Обзор методов диагностики

Проектування контролепригодних цифрових пристроїв базується на двох основних концепціях: спостережливості і керованості. Під *спостережливістю* розуміють можливість трансляції логічних значень внутрішніх полюсів цифрової схеми на її вихідні порти (зовнішні виводи). *Керованість* визначає можливість встановлювати необхідні логічні значення на внутрішніх полюсах цифрової схеми за допомогою її

вихідних портів (зовнішніх виводів). Представлені концепції дозволяють здійснювати подачу тестових впливів, що виробляються генератором тестових послідовностей (ГТП), який підключається до вхідних портів тестуємої схеми. У свою чергу пристрій аналізу реакцій схеми на тестові впливи підключається до вихідних портів [4].

Однією з основних проблем проектування контролепригодних цифрових пристроїв є використання додаткових зовнішніх виводів для підключення тестового обладнання. У разі реалізації цифрового пристрою в якості корпусних НВІС наявність додаткових контактів може бути лімітованою або взагалі неприйнятною. Для подолання цього обмеження широко застосовуються два підходи: 1) використання послідовних каналів передачі тестових даних і прийому реакцій від пристрою; 2) реалізація вбудованого самотестування цифрових пристроїв.

Перший підхід заснований на проектуванні внутрішньої схемотехніки цифрового пристрою з використанням зсувних регістрів, що дозволяють реалізовувати подачу тестових впливів і захоплення реакцій при мінімальній кількості додаткових висновків. Самотестування цифрових пристроїв, у тому числі використання першого методу, полягає в реалізації схем ГТП і аналізатора спільно з функціональним ядром цифрового пристрою. При цьому мінімальна кількість додаткових зовнішніх виводів може дорівнювати двом: вхід ініціалізації процедури самотестування і вихід результату тестування.

Ще одним важливим аспектом проектування контролепригодних цифрових пристроїв є реалізація можливості окремого тестування комбінаційних схем і схем пам'яті пристрою. У зв'язку з цим доцільний цифровий пристрій може бути представлено як сукупність всіх комбінаційних підсхем, об'єднаних в єдину комбінаційну схему спільно з множиною елементів пам'яті, які утворюють послідовні підсхеми пристрою.

Проектування самотестуємих цифрових пристроїв ґрунтується на застосуванні вбудованих засобів для формування тестових послідовностей і аналізу реакцій, що формуються на проміжних полюсах і виходах цифрових пристроїв. Процедура аналізу здійснюється шляхом стискання реакцій пристрою в короткі ключові слова з подальшим їх порівнянням з еталонними значеннями. Ідея самотестування базується на таких основних принципах [1]:

1) генератор тестових послідовностей вбудовується в тестований цифровий пристрій; 2) вихідні реакції на тестові впливи зберігаються тестовим цифровим пристроєм у вигляді компактних характеристик - ключових слів

(сигнатур, синдромів, контрольних сум тощо); 3) проведення процедури самотестування полягає тільки в ініціалізації тестування і аналізі його результату; 4) для побудови самотестуємих цифрових пристроїв необхідно використовувати мінімальну кількість додаткових зовнішніх виводів пристрою та незначний обсяг додаткової апаратури.

В даний час застосовуються два основних підходи для проектування самотестуємих цифрових пристроїв. Перший з них заснований на використанні універсальних модулів для побудови генераторів тестів і аналізаторів вихідних реакцій. Найчастіше в якості універсального модуля використовується вбудований блок для логічного аналізу BILBO (Built-In Logic Block Observer) [2]. У цьому випадку в якості вбудованого генератора тестових впливів використовується генератор псевдовипадкових тестових послідовностей (ГПТП), який організовується в одному з режимів блоку BILBO. ГПТП блоку BILBO складається з регістра зсуву і невеликої кількості додаткових логічних елементів. Зв'язки між розрядами регістра зсуву і додатковими елементами визначаються примітивним не

$$\varphi(x)$$

приведеним поліномом $\varphi(x)$ і є фіксованими для конкретного блоку BILBO. ГПТП формує псевдовипадкові тестові набори, що подаються на входи цифрової схеми, на виходах і проміжних полюсах якої формуються реакції на тестові впливи. Очевидно, що застосування універсального модуля BILBO зумовлює формування однієї і тієї ж тестової послідовності для всіх самотестуємих пристроїв, незалежно від їх архітектури. Введення декількох режимів генератора тестів лише незначно розширює функціональні можливості блоку BILBO і помітно ускладнює його реалізацію.

Для отримання компактних оцінок результату самотестування в блоці BILBO використовується спосіб стискання вихідних реакцій в короткі сигнатури. У цьому випадку блок BILBO перетворюється в багатоканальний сигнатурний аналізатор (БСА), який так само, як і ГПТП

$$\varphi(x)$$

описується примітивним поліномом $\varphi(x)$. Будь-яка відмінність сигнатури від її очікуваного значення буде свідчити про наявність несправності в цифровому пристрої, а її збіг з попередньо отриманою сигнатурою показує, що з дуже великою часткою ймовірності пристрій знаходиться в справному стані. Структура БСА, так само як і ГПТП, є строго фіксованою для конкретного універсального блоку BILBO, що знижує його ефективність. З метою усунення визначеного недоліку першого підходу низьку ефективність побудови самотестуємих цифрових пристроїв, що

полягає у використанні універсальних блоків, широке поширення отримав другий підхід, заснований на синтезі ГПТП і БСА для кожного самотестуємого пристрою. Процедура синтезу ГПТП і БСА заснована на детальному описі пристрою і обліку всіх його особливостей. Даний підхід відрізняється істотною трудомісткістю, проте він дозволяє забезпечити більш високу ефективність самотестування. Тоді досягається максимальна повнота покриття можливих несправностей цифрового пристрою.

Проектування самотестуємих пристроїв полягає не тільки в застосуванні вбудованих генераторів тестів і аналізаторів вихідних реакцій, а також в проектуванні пристрою з урахуванням його тестування в автономному режимі. Для цих цілей широко використовуються методи контролепридатного проектування, що застосовуються в практиці побудови сучасних цифрових пристроїв. Незважаючи на велике різноманіття методів контролепридатного проектування, найбільшу застосовність знаходять методи проектування послідовних цифрових схем, які використовують ідею сканування станів елементів пам'яті [3]. Застосування даного підходу дозволяє ефективно використовувати в самотестуємих пристроях схеми ГПТП і БСА. Їх практична реалізація вимагає незначного обсягу додаткової апаратури, так як в якості елементів пам'яті ГПТП і БСА можуть бути використані елементи пам'яті єдиного регістра зсуву ланцюга сканування.

2. Методи і засоби контролепридатного доступу

Серед усього наявного різноманіття методів контролепридатного доступу [4] слід виділити наступні:

1. Метод сканування елементів пам'яті.

Сутність даного методу полягає у внесенні в структуру цифрового пристрою додаткових мультиплексорів, що дозволяють перемикати входи елементів пам'яті пристрою. Таким чином, в режимі тестування мультиплексори об'єднують всі елементи пам'яті пристрою в єдиний регістр зсуву, що дозволяє досягти додаткових можливостей при його тестуванні. Всі елементи пам'яті при цьому тестуються ізольовано від комбінаційної частини. Подальший стан пристрою може бути встановлен незалежно від його поточного стану. Крім того, вихідні значення комбінаційної частини пристрою, що надходять на елементи пам'яті, можуть бути легко спостережувані шляхом сканування станів елементів пам'яті.

2. Метод наскрізного зсувного регістру.

Даний метод носить назву LSSD (Level-Sensitive

Scan Design) і є стандартною технікою проектування цифрових пристроїв, запропонованою фірмою ІВМ. Відповідно до даного методу, кожен системний елемент пам'яті замінюється двохходовим тригером L1 і одновходовим тригером L2, які в режимі тестування об'єднуються в єдиний зсувний регістр. Тригер L2 застосовується, як правило, тільки в процесі тестування, а тригер L1 призначений як для роботи в системі, так і для проведення тестового діагностування.

3. *Метод довільного сканування (Random Access Scan Technique)*. Даний метод є одним із різновидів методу сканування станів елементів пам'яті. Подібно класичній схемі методів сканування, даний метод також дозволяє порівняно просто встановлювати кожен елемент пам'яті в потрібний стан і спостерігати його на зовнішніх контактах цифрового пристрою. Відмінністю є використання для цих цілей елементів пам'яті з довільною адресацією, що дозволяє незалежно встановлювати, скидати або аналізувати стан будь-якого з них.

4. *Метод сканування граничних елементів пам'яті*. Подальшим розвитком ідеї сканування станів елементів пам'яті є метод проектування цифрових схем, реалізованих по архітектурі сканування граничних елементів пам'яті (Boundary-Scan Architecture). Основна ідея методу граничного сканування полягає в утворенні в режимі тестування зсувного регістру з елементів пам'яті цифрового пристрою, розташованих між її зовнішніми контактами і функціональним ядром.

З огляду на широке застосування не тільки для тестування, а й для вирішення завдань внутрішньосистемного програмування вбудованих систем, розглянемо докладніше метод сканування граничних елементів пам'яті.

Висновки. У роботі неведено огляд сучасних методів діагностики цифрових систем, захисту цифрових проектів і пристроїв від несанкціонованого використання і копіювання та методів аутентифікації і ідентифікації цифрових пристроїв, реалізованих на ПЛІС. Показано, що перспективною технологією, що лежить в основі методів апаратної аутентифікації і ідентифікації цифрових пристроїв, є апаратна реалізація фізично неклоніруємих функцій.

Список використаних джерел

1. Автоматизація проектування вбудованих систем та програмних засобів на ПЛІС мовою опису апаратури: навч. посібник М. А. Мірошник, Курцев М.С. – Харків: УкрДУЗТ, 2020. – 320.,

2. Мірошник, М.А. Проектування діагностичної інфраструктури обчислювальних

систем та пристроїв на ПЛІС [Текст]: монографія / М.А. Мірошник. – Харків: ХУПС, 2012. – 188 с. – рос.мова.,

3. Мірошник М.А. Моделі і методи синтезу інтелектуальної діагностичної інфраструктури розподілених комп'ютерних систем: автореферат дисертації, 2013.,

4. Мірошник М.А. Автоматизація проектування вбудованих систем та програмних засобів на ПЛІС мовою опису апаратури: навч. посібник. Харків: УкрДУЗТ, 2020. – 196.

О.В. Устенко, д.т.н.,

В.І. Павлов, к.ф.н.

УДК 621.181

ДОСВІД ФУНКЦІОНУВАННЯ МІЖНАРОДНОЇ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОЇ КОМІСІЇ (ІЕС) ТА ЇЇ ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ І БЕЗПЕКИ ПРОДУКЦІЇ

Міжнародна електротехнічна комісія (ІЕС) - всесвітня організація, яка входить до єдиної системи міжнародної стандартизації і діє виключно в галузях приладобудування, електротехніки, електроніки, радіозв'язку та телекомунікацій. Її головним завданням є розробка стратегічного плану (Masterplane) і довгострокових програм стандартизації, міжнародних стандартів, технічної та регламентної документації у сфері безпеки використання будь-якого електротехнічного та електронного обладнання, в тому числі приладів високошвидкісних локомотивів ТGV.

Головним досягненням ІЕС треба визнати розбудову системи сертифікації продукції електронної техніки (ІЕСQ), що ґрунтується на єдиних стандартизованих вимогах (ВЕТ) і дозволяє усім країнам, які підтримують стандарти ІЕС, проставляти на власній продукції відповідний сертифікований знак ІЕСQ та використовувати сертифіковану продукцію без додаткових випробувань.

Організація ІЕСQ має власні статутні правила та бюджет, який складається з щорічних членських внесків країн-членів ІЕС. Структуру ІЕСQ формують Комітет дій (ІСС) і підлеглий йому Комітет управління сертифікацією (СМС).

У системі ІЕСQ, що має широке світове визнання, передбачено два види членства – повноправне та неповне. В умовах повноправного членства прийом представників країн в ІСС повинен проходити за вимогами ІЕСQ, згідно з якими країна, що підтримує ІЕС, має надати положення про встановлення систем спостереження (інспекцій), яке

відповідало б вимогам ІЕСQ до процедур спостереження та технічних засобів контролю, випробувань, а також вимог до персоналу. Крім того, за правилами ІЕСQ здійснюється акредитація випробувальних лабораторій, що діють у країні та претендують на визнання їх у системі ІЕСQ, а також затверджуються виробники продукції та класифікаційні властивості виробів, які пропонуються для сертифікації.

Комплекс дій, що окреслений вище, забезпечує чітку організацію робіт з сертифікації відповідно до технічних норм та правил стандартів ІЕС. Причому у випадку неповноправного членства країна також має представників ІСС, але вони мають лише дорадчий голос.

Другим досягненням Міжнародної електротехнічної комісії (ІЕС) є вдосконалення системи випробувань електричного обладнання на відповідність стандартам безпеки (ІЕСЕЕ). Відзначимо, що до 1984 року ця система випробувань функціонувала як самостійна у межах Міжнародної комісії з сертифікації електротехнічних виробів (СЕЕ). Втім, в теперішній час вона використовує не тільки стандарти СЕЕ, але й поєднані і узагальнені стандарти ІЕС-СЕЕ.

Організаційна структура системи ІЕСЕЕ складається з Керуючого комітету (МС), Комітету органів сертифікації (ССВ) і Комітету випробувальних лабораторій (СТЛ). Причому розробкою стандартів у сфері безпеки займаються понад 85 технічних комітетів і підкомітетів ІЕС.

Система випробувань ІЕСЕЕ охоплює всі галузі електрообладнання, виробництво та експлуатація яких потребує забезпечення електробезпеки, починаючи з побутових приладів, обладнання промислового застосування, включно з приладами та обладнанням спеціального призначення.

Стандарти ІЕС, що використовуються в рамках Схеми СВ (правил і процедур щодо визнання результатів випробувань електрообладнання на відповідність стандартам безпеки, які діють під егідою ІЕСЕЕ) формально не є обов'язковими для національних комітетів ІЕС, але компетентним органам відповідних країн постійно рекомендується прийняти ці стандарти як національні.

Діяльність за Схемою СВ підпорядкована Керуючому комітету (МС), права і обов'язки якого визначені в Основних правилах системи ІЕСЕЕ.

Безпосередню реалізацію Схеми СВ, з врахуванням всіх її правил і процедур, здійснює Комітет органів сертифікації (ССВ) за допомогою Комітету випробувальних лабораторій (СТЛ). На ССВ також покладено вирішення низки кадрових питань (а саме висування голови і секретаря СВВ, призначення голови і членів апеляційного комітету

тощо), підготовка звітності про власну діяльність Керуючому комітету (МС) і виконання безпосередніх вказівок МС.

Головні виробничі висновки ССВ відображаються в сертифікатах ВС, які містять звіт про випробування з коротким викладом виконання вимог кожного пункту відповідного стандарту, а також фото і опис обладнання, яке пройшло сертифікацію. Причому використовувати ці сертифікати для реклами категорично заборонено.

В останній час популярність систем ІЕСQ і ІЕСЕЕ, які впроваджуються під єдиною егідою Міжнародної електротехнічної комісії (ІЕС), значно зросла. Причина цього є цілком зрозумілою – вона об'єктивно пов'язана з якістю виробів, що мають відповідні сертифікати. Сьогодні ці системи сертифікації використовує більшість країн, що мають національні комітети ІЕС, в тому числі США, Канада, Японія і Україна.

А.Л. Сумцов, С.А. Крикун, К.Г. Ануфрієв
УДК 629.4

РОЛЬ СУЧАСНИХ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ У ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ ТЕПЛОВОЗІВ

Сучасні тепловози відіграють надзвичайно важливу роль у залізничній галузі, забезпечуючи надійну та ефективну роботу в умовах нестабільності електропостачання. Система охолодження тепловозів є критично важливою для забезпечення стабільної роботи дизельних двигунів [1]. Пропозиції з підвищення надійності цієї системи в умовах локомотивного депо можуть сприяти покращенню продуктивності та зниженню витрат на обслуговування.

Однією з ключових проблем систем охолодження тепловозів є їх схильність до перевищення оптимальних температурних режимів. Це може призвести до зниження ефективності роботи двигунів та збільшення ризику виникнення непередбачуваних ситуацій. Для підвищення надійності системи охолодження пропонується ряд заходів:

- модернізація обладнання;
- вдосконалення періодичного технічного огляду;
- навчання експлуатаційного персоналу своєчасному виявленню ознак порушень у роботі системи охолодження
- моніторинг в режимі реального часу:

Оновлення та модернізація систем охолодження може підвищити їх надійність та

ефективність. Застосування новітніх технологій та матеріалів може зробити систему менш схильною до поломок. Регулярний огляд системи охолодження може виявити потенційні проблеми та дефекти на ранніх стадіях. Важливо встановити раціональний графік технічного обслуговування та використовувати сучасні технічні засоби для моніторингу стану системи. Інструктаж та навчання персоналу можуть зменшити ризик помилок та неправильної експлуатації. Застосування сучасних систем моніторингу в режимі реального часу дозволяє вчасно виявляти аномалії та аварійні ситуації в роботі системи охолодження. Це допомагає оперативно реагувати та запобігати небезпеці.

Моніторинг в режимі реального часу є надзвичайно важливим компонентом для підвищення надійності системи охолодження тепловозів. Сучасні системи моніторингу можуть забезпечити безперервний контроль за станом обладнання та функціонуванням системи охолодження. Такі системи в режимі реального часу можуть автоматично виявляти будь-які аномалії, такі як надмірне нагрівання або низький рівень тиску в системі охолодження і сповіщати локомотивну бригаду та передавати інформацію у базу даних депо. Це дозволяє локомотивній бригаді та технічному персоналу оперативно реагувати на проблеми. Системи моніторингу можуть збирати та зберігати дані про роботу системи охолодження в реальному часі. Це дозволяє аналізувати історію роботи системи та ідентифікувати чинники, що призводили до попередніх неполадок. Оператори та технічний персонал можуть мати віддалений доступ до системи моніторингу через мобільні пристрої або комп'ютери. Це дозволяє вчасно реагувати на проблеми, навіть якщо вони виникають поза межами локомотивного депо.

Моніторинг в режимі реального часу дозволяє покращити планування планових технічних обслуговувань та поточних ремонтів і заміни деталей на основі реальних даних. Це допомагає запобігти аварійним ситуаціям та мінімізувати витрати на ремонт.

Отже, застосування сучасних систем моніторингу в режимі реального часу є необхідним компонентом для підвищення надійності системи охолодження тепловозів. Це дозволяє оперативно виявляти та вирішувати проблеми, зменшує ризик аварій та забезпечує безперервну та надійну роботу.

Усі ці заходи спрямовані на підвищення надійності системи охолодження тепловозів серії ЧМЕЗ в умовах локомотивного депо. Це не лише підвищує ефективність роботи залізничного транспорту, але і зменшує витрати на ремонт та обслуговування, що є важливим аспектом для

забезпечення стабільної та безпечної роботи локомотивного депо.

Список використаних джерел

1 Andriy Sumtsov, Anatoliy Falendysh, Olha Kletska Thermal imaging diagnostics locomotives MATEC Web of Conferences, 2018. Volume 182, 01004 – P. 1 – 8.

2 Falendysh, A. P.; Chyhyryk, N. D.; Sumtsov, A. L. ; Kletska, O. V. The choice of the strategy of technical operation of modernized shunting locomotives Scientific Bulletin of National Mining University . 2019, Issue 2. P 43-50.

3 Чигирик Н. Д. Система моніторингу технічного стану електрообладнання тягового рухомого складу / Н. Д. Чигирик, І. Р. Вихопень // Науковій вісті Далівського університету. - 2021. - № 22. – С. 21 – 26.

Індик С. В., к.т.н., старший викладач, УкрДУЗТ

Жученко О.С., к.т.н., доцент, УкрДУЗТ

Перець К. Г., аспірант, УкрДУЗТ

Прокопенко О. Є., аспірант, ПНТУ

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ АНСАМБЛІВ СКЛАДНИХ СИГНАЛІВ ВЕЛИКОГО ОБ'ЄМУ

Зниження рівня завад множинного доступу є актуальною задачею при проектуванні когнітивних телекомунікаційних систем. Такі процеси виникають при одночасній взаємодії користувачів однієї мережі в спільній смузі частот і приводять до погіршення продуктивності систем, їх перевантаження, витоку конфіденційної інформації та відмови у обслуговуванні.

З метою компенсації негативного впливу завад множинного доступу були розроблені методи формування ансамблів складних сигналів великих об'ємів, отриманих шляхом перестановок відфільтрованих частотних сегментів. При цьому важливим завданням було визначення максимального рівня викидів бічних пелюсток взаємкореляційних функцій результуючих ансамблів складних сигналів залежно від смуг фільтрації та, відповідно, їх вплив на об'єм ансамблів. Також було досліджено залежність рівня завад множинного доступу від кількості та тривалості імпульсів у вихідних послідовностях, які використовуються для формування ансамблів складних сигналів на основі перестановок частотних сегментів.

У результаті проведених досліджень було суттєво спрощено процедуру визначення ширини смуги

фільтра для формування частотних сегментів. Визначення оптимальних параметрів смугової фільтрації в різних областях спектру до послідовностей з покращеними взаємкореляційними властивостями з подальшим переведенням сигналів у загальну смугу та застосуванням перестановок до отриманих частотних елементів дозволило збільшити обсяг ансамблів складних сигналів при допустимому зниженні взаємкореляційних характеристик.

Список використаних джерел

1. [Setoodeh P.](#) Fundamentals of cognitive radio / [P. Setoodeh](#), [S. Haykin](#). – Hoboken: John Wiley & Sons, 2017. – 207 p. DOI:10.1002/9781119405818.
2. Lysechko V. P., Kulagin D. O., Indyk S. V., Zhuchenko O. S., Kovtun I. V. The study of the cross-correlation properties of complex signals ensembles obtained by filtered frequency elements permutations. Radio Electronics, Computer Science, Control. National University «Zaporizhzhia Polytechnic», 2022. Issue 2 (61). P. 15 – 23.
3. Cameron R. J., Kudsia C. M., Mansour R. R. Microwave filters for communication systems: fundamentals, design, and applications. New York: Wiley & Sons. 2007. 771 p. DOI:10.1002/9781119292371.

Доценко С.І., д.т.н.

ДО ПИТАННЯ ПРО ВИЗНАЧЕННЯ ЗМІСТУ ЗНАЧИМИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ АСПЕКТІВ ДЛЯ СИСТЕМ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

В визначенні поняття «система енергетичного менеджменту» за ДСТУ 4472:2005 ця система розглядається як частина загальної системи управління підприємством, основним завданням якої є управління *ефективністю споживання* паливно-енергетичних ресурсів. В цій системі об'єктами управління є лише процеси *споживання*. Тому її слід розглядати як частину загального менеджменту енергозбереження.

Взагалі до аспектів діяльності стосовно яких необхідно формувати вимоги раціонального застосування ПЕР енергоактивними об'єктами підприємства слід включити:

- закупівлю, виробництво, видобування ПЕР;
- транспортування, зберігання ПЕР;
- перетворення ПЕР;
- використання ПЕР;
- втрати ПЕР.

З іншого боку діяльність з забезпечення раціонального використання енергоресурсів необхідно розповсюджувати на повний життєвий цикл продукції (робіт, послуг) з виділенням наступних етапів за ДСТУ 3755-98: проектування, виробництво, експлуатація.

Тобто, виникає наступний ряд форм енергетичної діяльності (значимих енергетичних аспектів) стосовно яких необхідно запровадити діяльність з раціонального використання ПЕР:

- закупівля, виробництво, видобування ПЕР;
- транспортування, зберігання ПЕР;
- перетворення ПЕР, використання (споживання) ПЕР, втрати ПЕР;
- енерготехнологічне обладнання як об'єкт споживання ПЕР протягом його життєвого циклу.

З виконаного аналізу слідує, що кожна з форм діяльності по забезпеченню раціонального використання ПЕР підприємствами, а саме:

– діяльність по встановленню норм питомого споживання ПЕР;

– діяльність по визначенню фактичних показників питомого споживання ПЕР (енергоаудит, енергомоніторинг);

– діяльність по забезпеченню відповідності фактичних показників питомого споживання встановленим нормам;

реалізується окремими суб'єктами у формі окремих систем (система нормування та система енергоаудиту), між якими відсутній безпосередній зв'язок. З цих систем не формують над системою у формі менеджменту енергозбереження, яка б включала в свій склад вказані системи як свої взаємопов'язані складові частини.

Фундаментальний недолік такої системи полягає у *пасивній* ролі підприємства. Воно розглядається як об'єкт управління, а не як суб'єкт, який формує управляючі дії і забезпечує їх реалізацію.

Ця невідповідність породжує протиріччя між інтересами підприємства, як незалежного суб'єкта економічних відносин, який реалізує власну економічну стратегію та інтересами держави, яка розглядає підприємство як пасивний об'єкт управління, який не приймає активної участі у реалізації державного механізму управління сферою енергоефективності.

Тому виникає задача синтезу вказаних систем у єдине ціле. Якщо вдасться синтезувати таку систему, елементи якої будуть сформовані підприємством, в цьому разі підприємство набуде статус *активного учасника* державної системи управління сферою енергозбереження.

При цьому також необхідно враховувати необхідність інтеграції діяльності-орієнтованого

управління енергетичною ефективністю виробництва:

- у загальну організацію діяльності підприємства (її системи організації та управління);
- у систему державного управління політикою енергоефективності.

Шандер О.Е., доцент, к.т.н.,

Нюнько Р.А., магістр, кафедра УВКР

Пешинін В.О., магістр, кафедра УВКР

Земськов М.В., викладач, Бахмутський коледж транспортної інфраструктури

УДК 656.212

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ОРГАНІЗАЦІЇ МІСЦЕВОЇ РОБОТИ НА ВАНТАЖНИХ СТАНЦІЯХ

Організація місцевої роботи займає важливе місце в експлуатаційній діяльності залізниць. Перевізний процес, що виконується залізничним транспортом, включає моменти зародження і погашення вагонопотоків. Ці процеси, як правило, відбуваються на коліях загального та незагального користування, що знаходяться на території станцій або примикають до них. Одним із найважливіших елементів експлуатаційної діяльності залізниць є вантажна та місцева робота, до якої входять: операції з навантаження, розвантаження, передачі та розвезення місцевого вантажу, передача вагонів між лінійними підрозділами, забезпечення навантаження порожніми вагонами. Поліпшення роботи з місцевими вагонами відіграє важливу роль у процесі прискорення їх обороту, використання внутрішніх резервів, збільшення обсягу перевезень та скорочення витрат транспорту.

Структура залізничного транспорту є складною ієрархією взаємозалежних об'єктів. Всі об'єкти, що входять до цієї структури, мають власне призначення. Найбільш складними за структурною побудовою є транспортно-логістичні системи, що обслуговують великі міста. Саме у них виконується близько 90% обсягу місцевої роботи мережі залізниць. Дане становище є наслідком того, що у містах зосереджено основне промислове виробництво країни й проживає більшість населення. Ефективність перевізного процесу вантажів багато в чому залежить від злагодженості роботи всіх елементів системи, що взаємодіють між собою.

У зв'язку з цим вибір раціонального технічного оснащення та технології роботи

вантажних станцій, що є важливими елементами транспортно-логістичних систем, має значення для підвищення ефективності роботи всієї транспортної мережі. Прийняття необґрунтованих рішень щодо досліджуваної проблеми призводить до неефективного використання існуючих резервів пропускної та переробної спроможності, внаслідок чого підприємства залізничного транспорту зазнають додаткових фінансових втрат.

Поліпшити якість виконання перевізного процесу, і, тим самим, скоротити експлуатаційні витрати на перевезення можна при здійсненні планування експлуатаційної роботи, складовою якої є оперативний план місцевої роботи, необхідний для правильного обліку конкретної обстановки на майбутній період в умовах добових коливань місцевих вагонопотоків.

Технічне нормування експлуатаційної роботи пов'язує всі ланки залізничного комплексу, щодо виконання плану перевезень вантажів. Отже, найважливішим завданням керівників доріг, станцій та інших лінійних підрозділів є повсякденна оперативна робота з практичного виконання технічних норм експлуатаційної роботи. Провідна роль у цьому належить керівникам служби управління рухом, які об'єднують і координують діяльність працівників усіх служб на виконання плану перевезень з мінімальними матеріальними та людськими витратами [1].

Управління місцевою роботою виконується на наступних стадіях перевізного процесу: розвезення місцевих вагонів станціями вивантаження, розформування місцевих поїздів, забезпечення станцій вантажними ресурсами, подача вагонів на вантажні fronti та виведення вагонів після закінчення вантажних операцій, збір вагонів після закінчення вантажних операцій, формування поїздів для відправлення зі станцій.

Правильна організація вантажної та місцевої роботи з технологічної та економічної точок зору повинна передбачати виконання плану перевезень як загалом, так і за родами вантажів. Планування роботи з місцевим вантажем є частиною загального плану вантажної роботи. Правильно складений добовий план роботи з місцевим вантажем повинен забезпечити прискорення просування його до пунктів призначення та виконання плану розвантаження.

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.,

Яхно О.М., магістр

Вардідзе О.М., магістр (УкрДУЗТ)

УДК 656.211.5

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ОРГАНІЗАЦІЇ З ШВИДКІСНИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА МЕРЕЖІ ЗАЛІЗНИЦЬ УКРАЇНИ

Необхідність розвитку швидкісних залізничних перевезень обумовлена насамперед безперервним зростанням мобільності населення, підвищенням екологічності масових видів транспорту, необхідністю економії світових ресурсів. Швидкісний залізничний транспорт дозволяє зменшити негативний вплив на довкілля, збільшити зони тяжіння великих міст. Крім того, він збільшує конкурентоспроможність залізничного транспорту порівняно з автомобільним та авіаційним, а також підвищує світовий престиж країни, роблячи її більш привабливою для туристичних та ділових поїздок.

Під час організації швидкісного руху поїздів підвищується якість транспортних послуг з допомогою значного скорочення часу поїздки. Враховуючи ці та багато інших переваг, можна з упевненістю сказати, що впровадження швидкісних та високошвидкісних залізничних перевезень надасть більше переваг для комфортності слідування пасажирів.

Питання організації швидкісних залізничних перевезень і донині досліджені недостатньо повно. Незважаючи на численні дослідження у цій галузі, досі не було розроблено єдиної комплексної методики визначення ефективності проєктів організації швидкісного руху. Всі проєкти розраховувалися по одному-двох способів організації руху швидкісних поїздів, при цьому використовувалися різні методи визначення оптимальності того чи іншого варіанту. Темпи розвитку швидкісного та високошвидкісного залізничного транспорту у світі свідчать про значний попит на цей вид перевезень та його економічну ефективність. Однак у зв'язку з територіальними

особливостями розвинених країн більшість швидкісних і високошвидкісних ліній мають незначну довжину - до 600 кілометрів, отже швидкісні перевезення у дальньому сполученні досі залишаються недослідженими. Прискорення залізничних пасажирських перевезень, особливо у дальньому сполученні, є одним із основних проблем та завдань розвитку залізниць у всіх індустріально розвинених країнах світу.

Основними причинами розвитку швидкісних залізничних перевезень можна назвати:

- необхідність підвищення провізної та пропускнув спроможності залізничних ліній в умовах постійно зростаючих обсягів вантажних та пасажирських перевезень;
- підвищення конкурентоспроможності залізничного транспорту та поліпшення сервісу за рахунок скорочення витрат часу на перевезення;
- висока екологічність залізничного транспорту порівняно з авіаційним та автомобільним, в умовах підвищення вимог до екологічної безпеки транспорту у всьому світі;
- потреба економії традиційних енергетичних ресурсів, таких як нафта і газ, при недостатньому використанні альтернативних джерел енергії в даний час.

Маючи в даний час значну перевагу перед іншими видами транспорту, швидкісний залізничний транспорт набуває все більшого поширення у світі. Загальна довжина спеціалізованих високошвидкісних магістралей нині становить близько 9 тисяч кілометрів, їх у Європі - трохи менше 6 тисяч кілометрів [1]. У процесі будівництва та проєктування перебувають 11 тисяч кілометрів ВШМ. Сумарна довжина ліній, модернізованих для швидкісного руху (до 200-250 км/год) становить трохи менше 20 тисяч кілометрів.

У світовій практиці швидкісний рух залежно від реалізованих швидкостей та технічного оснащення ліній поділяється на дві основні категорії:

- швидкісний рух зі швидкостями 161-250 км/год на нових лініях; 141-200 на модернізовані з урахуванням нормативів для швидкісних поїздів;
- швидкісний рух зі швидкостями 251-350 км/год на спеціалізованих високошвидкісних магістралях (ВШМ).

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

Удосконалення технології швидкісних пасажирських залізничних перевезень на основі впровадження раціональної мережі швидкісних ліній та формування пасажирських вокзальних комплексів дозволить підвищити рівень точності швидкісних маршрутів та зменшити час слідування пасажирів до кінцевої станції, і як наслідок, підвищить рівень комфортності 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.,
Седоченко О.О.,*

Яхно В.В., магістранти, (УкрДУЗТ)

УДК 629.46

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ ВАГОНОПОТОКАМИ НА ЗАЛІЗНИЧНІЙ МЕРЕЖІ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Повномасштабне вторгнення РФ до України вже завдало та продовжує завдавати величезної шкоди інфраструктурі України. Враховуючи це, виникає об'єктивна необхідність оперативно перебудувати логістичну систему, формувати нові ланцюги доставки вантажів в міжнародному сполученні, змінювати напрямки торговельних потоків через блокаду українських морських портів та часткову втрату залізничної мережі. Тому в даних умовах важливим є своєчасне задоволення потреб замовника у перевезенні вантажів та раціональне управління порожнім парком вантажних вагонів різних форм на мережі залізниць.

Аналіз показників роботи залізничного транспорту показав, що впродовж останніх 10 років спостерігається тенденція значного дефіциту рухомого складу. А якщо врахувати завдані збитки від вторгнення РФ, то важливим є допуск транспортних компаній на мережу залізниць України з власним рухомим складом. Вирішення поставленого завдання можливе за умов формування тарифної складової для перевезень у вагонах різних форм власності. Також потрібно зробити розподіл між транспортними компаніями пропускних спроможностей залізниць та відповідальності сторін при перевезенні у власних вагонах вантажовідправників [1].

Виходячи з цього, актуальним є формування технології управління вагонопотоками на залізничній мережі, засновані на інтелектуалізації системи на всіх ланках транспортного обслуговування з урахуванням вимог залізничних транспортних компаній. Виконання відповідних умов нададуть гнучкості системі та підвищить рівень конкурентоспроможності залізничного транспорту. Формування відповідної технології забезпечить підвищення ефективності управління залізничним перевізним процесом, а саме збільшення пропускної спроможності залізничних ліній.

Список використаних джерел

1. Пархоменко, Л.О. Розроблення СППР для управління процесом формування контейнерних поїздів у рамках системи інтермодальних перевезень / Л.О. Пархоменко, В.М. Прохоров, Т.Ю. Калашнікова, О.Е. Шандер// Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті, 2023. – № 3. – С. 29-32.

*Акименко Д. О.,
Давидов О. О.*

ПОДОВЖЕННЯ СТРОКУ СЛУЖБИ ВУЗЛІВ ТЕРТЯ В ЛОКОМОТИВАХ

Під час механічної взаємодії тіл обертання в вузлах локомотива виникає тертя. Це явище викликає прогнозований або непередбачений знос. Для виявлення та попередження передчасного зносу можна використовувати організаційно-технічні, конструктивні, технологічні чи експлуатаційні заходи.

До організаційно-технічних заходів можна віднести збір, накопичення й обробку статистичного матеріалу засобами сучасної комп'ютерної техніки і математичних пакетів. Якщо за ціль брати якийсь один критерій якості елементів які взаємодіють, то цілком можливо його виділити, що зможе підвищити точність очікуваних результатів. При аналізі й оптимізації роботи чи удосконаленні конструкції вузлів тертя враховуються різноманітні, здебільшого конфліктні критерії. Таким чином ці завдання є багатокритерійними, відповідно цільові функції векторними. І для знаходження оптимуму необхідно виділити багато контрольних точок, для прорахування яких необхідні комп'ютерні системи відповідного рівня.

Щодо конструктивних та технологічних заходів, то з огляду на розвиток сучасних матеріалів, технологій виготовлення й обробки можна констатувати той факт, що можливо в поєднанні новітніх матеріалів і засобів обробки не змінювати

геометричних розмірів тіл тертя, але подовжити їх строк служби. Тобто: застосовувати композити, які можуть мати функцію самозмащування; використання поверхневого лазерного загартовування, оптимізація кутів контакту (зміна «плями дотику»), застосування антифрикційних сплавів. Застосування скользячих, направляючих втулок, сухарів, поверхні тертя яких виготовлені з композиту, надасть можливість скоротити кількість планових замінів пар тертя, а відповідно зменшити об'єм ремонту, зменшити використання змащувальних матеріалів, що покращить екологічні показники і зменшить витрату мастильних матеріалів. Цей захід надасть зменшити експлуатаційні витрати.

Більшість вузів тертя потребує високої точності виготовлення деталі, якості збірки вузла, ретельного догляду та обслуговування в експлуатації. Крім того, ці вузли здебільшого працюють в дуже складних експлуатаційних умовах (погодні умови, динамічні навантаження, зміщення центру маси), Покращенням в експлуатації роботи цих вузлів може впровадження антифрикційних заходів, що зменшать коефіцієнт тертя (додаткове змащення під тиском, використання лубрикантів, зменшення інерційних мас, модернізація конструкції).

Список використаних джерел

- 1 Крагельский И.В., Добычин М.Н., Комбалов В.С. Основы расчетов на трение и износ. М., «Машиностроение», 1977-526 с.
- 2 Тартаковский Е.Д., Фалендиш А.П., Коваленко Д.М.. Визначення режимів роботи під час експлуатаційних випробувань моторно-осьових підшипників. Вісник СНУ ім. Володимира Даля, №4 (193), 2013.
- 3 Коваленко Д.М. Матяш В.О., Аулін Д.О., Анацький О.О. (2021) Перспективні заходи з ресурсозбереження для тепловозів. Залізничний транспорт України. 1. С. 30-40. 2020.

*Коваленко Г. І.,
Слюсар О. П.*

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РУХОМОГО СКЛАДУ

Пасажи́рський моторвагонний транспорт є значною ланкою в забезпеченні перевезень працівників заводів і фабрик, бізнесу, туристів, а також в забезпеченні комунікації звичайних людей. Майже збереження потоку пасажирів, але

зменшення кількості рухомого складу в силу його зношення, застарілості й нехватки запчастин створюють деякий дискомфорт для пасажирів і не раціональне використання рухомого складу.

В умовах сьогодення необхідні спільні зусилля фахівців служб пасажирських регіональних і швидкісних перевезень, взаємодія і злагодження регіональних органів управління і забезпечення порядку. Тому є потреба в удосконаленні функціонування транспортно, військового й управлінського комплексу за рахунок впровадження сучасних технологій обліку, обробки, розподілу, контролю пасажиропотоків. Такими засобами в провідних країнах є: датчики різної дії, автоматичні реєстратори, сигналізатори, елементи й комплекси сповіщення й попередження, спеціалізовані програмні системи обліку й контролю, системи перевірки й ревізії, мобільні додатки, тощо. Застосування провідних технологій і технічних засобів надасть можливість ефективного розподілу пасажирів, ревізійного апарату і відповідних працівників, особливо в умовах можливих гарантійних обмежень (по закінченню військового стану).

В основному, питанню дослідження пасажиропотоку, увага значно почала приділятися з 2017 року. Направленнями дослідницьких робіт були виявлення переміщень між зонами, регіонами, видами транспорту, підвищенню комфорту й безпеки пасажирів. Праць же про розподіл пасажирів відповідно наявності місць майже немає.

Отримання достовірних даних про потужність, розподіл пасажиропотоків дозволить раціонально організувати роботу обслуговуючого, ремонтного та забезпечуючого персоналу й техніки, правильно скласти розклади/графіки їх руху, вибрати типи й кількість рухомого складу. Дослідження пасажиропотоків краще робити суцільними для забезпечення ефективного перерозподілу і покращення координації.

Створення мобільного додатку для розподілу місць є над актуальним на сьогодення і надасть можливість оптимізувати навантаженість рухомого складу, підвищити кількість коштів «за проїзд», зменшити експлуатаційні витрати на утримання рухомого складу, знизити навантаження на екіпажні частини.

Список використаних джерел

- 1 Конрад Т. І. Аналіз закордонного досвіду організації автомобільно-залізничних перевезень вантажів / Т. І. Конрад, С. В. Ширяєва // Управління проектами, системний аналіз і логістика: Науковий журнал. – К.: НТУ, 2017 – Вип. 10. – С. 292-297.

2 Westraadt, L., & Calitz, A.P. A gap analysis of new smart city solutions for integrated city planning and management. In Proceedings of the Annual Conference of the South African Institute of Computer Scientists and Information Technologists, 2018, September, c. 145–153.

3 Smart City Challenge Edmonton Final Proposal. Available online https://www.milestonesys.com/city/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=&utm_agid=154555507431&utm_term=smart%20city%20companies&creative=667673879929&device=c&placement=&gad_source=1&gclid=CjwKCAiAxreqBhAxEiwAfGfndN-ejF4p13_yTNRQyW0zxVcKdDAdRRd21zIMID8dIrmcfai0DUuSpBoClaYQAvD_BwE. (дата звернення 10.09.2023)

N. Lazarijeva, engineer (UkrSURT)

O. Lazarijeva, student (Karazin National University)

UDK 004.8

OVERVIEW OF THE METHODS OF OPTIMIZING THE PARAMETERS OF FUZZY REASONING SYSTEMS

The world experience of building intelligent systems and various approaches for the effective combination of various methods with the aim of simplifying the construction and optimizing the parameters of fuzzy systems are considered. The study of hybrid algorithms gave good results for overcoming the problems of incompleteness of the set of fuzzy rules and inconsistency of the membership functions of the input variables.

The ability to change internal parameters to work in certain conditions is an undeniable advantage of using neural networks. The combination of fuzzy logic and neural networks was studied by Takagi and Hayashi in [1]. The authors of [2] proved the actual equivalence of the functional behavior of networks of radial basis functions and systems of fuzzy inference, which makes it possible to apply learning to both models.

The most widely used among hybrid systems is the adaptive neuro-fuzzy inference system (ANFIS). The model has the ability to learn using error backpropagation and the least squares method to estimate the control error. The adaptive neural network system is based on the Takagi-Sugeno fuzzy inference algorithm and is capable of approximating nonlinear functions. A set of equations makes it possible to adjust parameters using classic optimization methods.

A widely used fuzzy reasoning algorithm is also the Mamdani fuzzy inference system. The

implementation of this algorithm by an adaptive neural network is considered in [3] and the structure of the M-ANFIS model is proposed. The advantages of the hybrid algorithm in nonlinear modeling are noted, which allows you to adjust the membership functions and parameters of the fuzzy model.

Therefore, the use of fuzzy control algorithms in combination with adaptive neural networks gives the best results, which is especially relevant for systems of high complexity in conditions of incomplete information certainty.

References

1. Takagi N. & Hayashi I. Artificial neural network-driven fuzzy reasoning, Proc. Int. Workshop Fuzzy System Applications (IIZUKA88), Iizuka, Japan, 217C218, 1988.
 2. Jang J.-S. & Sun C.-T. Functional equivalence between radial basis function networks and fuzzy inference systems. IEEE Transaction on Neural Networks, vol. 4, no. 1, pp. 156-159, Jan. 1993.
- Chai Y., Jia L., Zhang Z. Mamdani model based adaptive neural fuzzy inference system and its application, International Journal of Computer, Electrical, Automation, Control and Information Engineering, Vol:3, No:3, 2009.

Лебедева К.А., аспірант (УкрДУЗТ)

ЗАСТОСУВАННЯ КОГНІТИВНОГО ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

Сектор залізничного транспорту стоїть на порозі технологічної революції, готовий використати трансформаційний потенціал когнітивного інтернету речей у своїх системах управління. Деякі програми когнітивного інтернету речей змушують використовувати протоколи розподіленого планування в такому контексті, як-от проблема контролю руху залізничного транспорту [1]. Проведений аналіз показав, що бездротові часткові сітчасті топології є масштабованими та більш гнучкими для роботи з кількома протоколами і ними можна ефективно керувати за допомогою розподілених протоколів планування, однак ці топології є більш складними, де їх вузли прямо та динамічно з'єднані неієрархічним способом, що призводить до проблем оптимізації мережі [2].

У роботі була представлений приклад архітектури ієрархічної системи контролю руху на основі когнітивного інтернету речей та бездротової часткової сітчастої топології. Для подолання проблем покриття мережі, мінімізації перешкод і забезпечення ефективних шляхів зв'язку було

розглянуто можливість застосування методу розподіленого планування пакетів на основі оптимізації роєм частинок [3]. Було зроблено аналіз ефективності оптимізації роєм частинок пошуку у просторі рішень, щоб знайти оптимізоване розташування вузлів у частковій сітчастій мережі з урахуванням заданої цільової функції та мережевих обмежень. На основі проведених досліджень запропоновані практичні рекомендації щодо застосування даного підходу у бездротових мережах.

Список використаних джерел

1. Radovan M. Connected Vehicles: Intelligent Transportation Systems. / Radovan M. // Springer Cham. - 2019. - Edition 1. P. 157-179.
2. Shen X., Lin X., Zhang K. Encyclopedia of Wireless Networks. / Shen X., Lin X. and Zhang K. // Springer Cham. - 2020. - Edition 1. P. 1468 -1502.
3. Clerc M., Héralut J. Particle Swarm Optimization. / Clerc M. and Héralut J. // LAVOISIER. - 2005. P 23 -58.

*Прилипко А.А., к.т.н.,
Ананьєва О.М., д.т.н*

РОЗРОБКА ТОЧКОВИХ КОЛІЙНИХ ДАТЧИКІВ З НЕЛІНІЙНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ

Реально чутливі елементи точкових колійних датчиків (ТКД) містять нелінійні та лінійні параметри електричних кіл. Проблема синтезу такого перетворювача ускладнюється відсутністю єдиної теорії синтезу кіл із нелінійними елементами. Тому всі рішення подібних завдань роблять внесок у створення такої теорії.

Підлогові пристрої залізничної автоматики зазвичай живляться від джерел живлення з промисловою частотою. Функція реакції вибирається з умов застосування діагностики ТКД та інших факторів, наприклад, у вигляді пілкоподібних імпульсів. В результаті синтезу перетворювача з впливом на вхід гармонійної функції та реакцією у вигляді періодичної несинусоїдальної форми, отримано електричне коло, що містить лінійні та нелінійні елементи. Для оптимізації параметрів лінійних і нелінійних елементів застосовувався програмний продукт MatCard.

Список використаних джерел

1. Пат. 127127 Україна, МПК B61L1/08, B61L25/00, G08G7/00. Відмовостійкий колійний індуктивний датчик / Бабаєв М.М., Ананьєва О.М., Прилипко А.А., Змій С.О., Мороз В.П., Куценко М.Ю., Щебликіна О.В., Панченко В.В. Заявник і патентовласник: Український державний університет залізничного транспорту, Харків; за реєстр. 11.05.2023, бюл. № 19/2023

2. Бойнік, А.Б. Вибір типу чутливого елемента для точкового колійного датчика / А.Б. Бойнік, А.А. Прилипко, А.А., О.Ю. Каменєв, О.В. Лазарєв, О.В. Щебликіна// Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2017. – №2. – С. 31-39.

Прилипко, А.А. Аналіз різновидів виявлення зміни магнітної індукції в зоні спрацювання точкового колійного датчика / А.А. Прилипко // Гірнична електромеханіка та автоматика: зб. наук. пр. / Нац. гірн. універс. - Д., 2008.- Вип. 81.- С. 82-89.

*Прилипко А.А., к.т.н.,
Змій С.О., к.т.н.*

ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ ТОЧКОВИХ КОЛІЙНИХ ДАТЧИКІВ

На сучасному етапі розробка точкових колійних датчиків (ТКД) набуває актуальності для моніторингу позиції рухомих одиниць на залізничній та промисловій інфраструктурі [1]. Через пряме кріплення цих сенсорів до рейки виникають численні завади, як механічного, так і електромагнітного характеру. Також додатковою проблемою є контроль коректності їх установки. ТКД до кінця не пристосовані до умов які виникають в прикордонній зоні ділянок залізниць. Це зумовлено виникненням достатньо великого зворотного тягового струму за рахунок пропуску спарених поїздів, який сприяє збудженню значного магнітного потоку біля рейки залізничної колії, що в свою чергу зменшує надійність роботи ТКД. Крім цих факторів на первинні перетворювачі ТКД мають вплив магнітні поля як за рахунок залишкової намагніченості так і за рахунок впровадження не феромагнітних рейкових накладок. Такі обставини акцентують увагу на необхідність вдосконалення ТКД та розробці новітніх пристроїв, відповідних потребам залізничного та промислового транспорту.

У доповіді представлені результати вивчення ТКД з покращеною стійкістю до завад, які призначені для використання в автоматизованих системах залізничного транспорту (ЗТ), етапи розробки адаптивних стратегій управління для аналітичного вивчення таких сенсорів [2,3]. Презентовано базову архітектуру та схему

конструкції адаптивного ТКД з вищою стійкістю до завад. Додатково проаналізовано математичну модель сенсорів із підвищеною стійкістю. В ході аналітичних досліджень отримані дані в контрольних точках, підтверджуючі високу стійкість розробленого сенсору. Також демонструються компоненти та основи роботи вивченої моделі взаємодії колеса рухомого об'єкта, проведено дослідження впливу динаміки колеса, яке реєструється ТКД, на показники взаємодії джерельної та приймальної індукційних котушок. Отримана інформація надає змогу оптимізувати характеристики наявних залізничних точкових колійних датчиків та налаштувати їх для конкретних вимог магістрального та промислового транспорту. Розроблена динамічна модель взаємодії колеса може стати основою для майбутніх наукових розробок.

Список використаних джерел

1. Пат. 127127 Україна, МПК B61L1/08, B61L25/00, G08G7/00. Відмовостійкий колійний індуктивний датчик / Бабаєв М.М., Ананьєва О.М., Прилипко А.А., Змій С.О., Мороз В.П., Куценко М.Ю., Щебликіна О.В., Панченко В.В. Заявник і патентовласник: Український державний університет залізничного транспорту, Харків; за реєстр. 11.05.2023, бюл. № 19/2023

2. Прилипко А. А. Моделювання точкових колійних датчиків з підвищеною завадостійкістю [Текст] / А. А. Прилипко, С. О. Змій, О. А. Бойнік // Інформаційно – керуючі системи на залізничному транспорті, 2019 УкрДАЗТ, 2019. – Вип. №5 – С. 32-39.

Прилипко А. А. Структурний синтез диференціального точкового колійного датчика [Текст] / А. А. Прилипко // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – Вип. 99. – С. 208-214.

Прилипко А.А., к.т.н.,

Ушаков М.В. старший викладач

ОБСЛУГОВУВАННЯ ТОЧКОВИХ КОЛІЙНИХ ДАТЧИКІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

У роботі пропонується використовувати інформаційну систему для обслуговування точкових колійних датчиків (ТКД). Сама система виконана у вигляді серверного веб-додатку, до якого можливо підключатися з любого міста, де є наявним Інтернет у будь який час. При цьому для роботи з додатком з мобільних пристроїв та планшетів пропонується

розробити окремий додаток для системи Android, або iOS.

У серверному веб-додатку пропонується реалізувати гнучку систему доступу, засновану на ролях, ведення різних груп ТКД, виділення окремих ТКД. Для кожної групи, або окремого ТКД пропонується ведення документації, інформації що до обслуговування. Через інформаційну систему пропонується постановка та контроль задач обслуговуючому персоналу та інші організаційні питання. Також система повинна мати оповіщення про зміни за допомогою RSS-потоків і електронної пошти, облік часових витрат, календар, діаграму Ганта та інші інструменти для ефективної роботи користувачів системи. Також до системи можливо інтегрувати інформацію с системи моніторингу роботи ТКД, якщо така буде існувати.

Впровадження такої системи значно підвищить ефективність та мобільність роботи обслуговуючого персоналу ТКД. Впровадження такої системи можливо у короткий час та за невеликі кошти за рахунок модульного впровадження, коли функціонал системи впроваджується поетапно. Це дозволить через короткий час уже почати користуватися системою, першими впровадженими модулями. Також модульність системи дозволяє постійно її вдосконалювати, розширювати її функціонал.

Список використаних джерел

1. Пат. 127127 Україна, МПК B61L1/08, B61L25/00, G08G7/00. Відмовостійкий колійний індуктивний датчик / Бабаєв М.М., Ананьєва О.М., Прилипко А.А., Змій С.О., Мороз В.П., Куценко М.Ю., Щебликіна О.В., Панченко В.В. Заявник і патентовласник: Український державний університет залізничного транспорту, Харків; за реєстр. 11.05.2023, бюл. № 19/2023

2. Бойнік, А. Б. Вибір типу чутливого елемента для точкового колійного датчика [Текст] / А. Б. Бойнік, А. А. Прилипко, О. Ю. Каменєв, О. В. Лазарєв, О. В. Щебликіна // 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. Прилипко // Гірнична електромеханіка та автоматика. Збірник наукових праць № 94 Дніпропетровськ 2015 с. 42-48.

*С.М. Продашук, к.т.н.
К.В. Кім, к.психолог.наук
А.А. Водолажська*

УДК 656.223.29

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕВЕЗЕННЯ НАЛИВНИХ ВАНТАЖІВ

Перевезення наливних вантажів надзвичайно актуальні в сучасних умовах. Це пов'язано зі зростанням світового попиту на енергоносії та хімічні продукти, такі як нафта, газ, рідинні хімічні речовини тощо, що вимагає спеціалізованих технологій, розвитку та модернізації існуючої інфраструктури, інноваційного обладнання для забезпечення безпеки й ефективності перевезень. Також зростають вимоги до перевезення наливних вантажів з метою зменшення негативного впливу на навколишнє середовище, забезпечення безпеки персоналу та запобігання надзвичайним ситуаціям. Сучасні технології та інновації дозволяють покращити безпеку та ефективність перевезень наливних вантажів. Спеціалізовані цистерни та контейнери забезпечують надійний та безпечний транспорт рідинних та газових продуктів [1].

Практика перевезень вантажів залізницями України свідчить про те, що умови транспортування наливних вантажів, що склалися, мають суттєві недоліки, які призводять до недовикористання вантажопідйомності та місткості вагонів-цистерн, виникнення втрат вантажу в процесі перевезення, а в окремих випадках сприяють виникненню аварійних ситуацій. Слід враховувати, що ступінь зносу парку вагонів-цистерн, що експлуатуються, нормативний термін служби яких становить 32 роки, перевищує 50%.

Окремою проблемою є й те, що частина клієнтів, які відправляють та отримують наливні вантажі, не потребують прийняття та відвантаження вантажів в обсязі залізничних вагонів-цистерн, а для транспортування потрібні менші ємності.

Для перевезення наливних вантажів існують кілька інноваційних засобів, які можуть бути використані: спеціалізовані цистерни та цистернатранспортери, які спеціально створені для перевезення рідин або наливних матеріалів; гнучкі резервуари та контейнери. Вони легкі, мають різні об'єми і можуть бути адаптовані під різні типи вантажів. Також ці засоби можуть мати технології контролю температури, безпеки та ефективності для різних типів вантажів [1].

Для перевезення наливних вантажів запропоновано використання флекситанків. У сучасних умовах попит на цей вид контейнерів зростає через збільшення світової торгівлі та

підвищення виробництва різних товарів. Флекситанки дозволяють забезпечити ефективне та безпечне перевезення великих обсягів рідинних вантажів з мінімальними витратами.

На ринку існує багато компаній, які виробляють і постачають флекситанки різних розмірів і специфікацій, а також оснащують їх сучасними технологіями для забезпечення якості та безпеки. Популярність цих контейнерів також зумовлена їхньою легкістю в обробці, а також можливістю повторного використання. Завантажити у флекситанк можна до 27 тис. літрів рідкого вантажу. При цьому економиться до 90% часу на навантаження та розвантаження. Крім того, якщо при вивантаженні рідини з бочок або цистерн втрати становлять 1%, то при перекачуванні з флекситанку – 0,1%. Вага самого флекситанку складає всього 0,7% від ваги продукту, що перевозиться. Пакування легко згорнути в рулон і відправити в утилізацію. Флекситанк зберігає запах продуктів або сировини і забезпечує їх збереження в дорозі [2].

При порівнянні пакувальних засобів для перевезення рідких наливних вантажів було визначено витрати для кожного типу на визначену відстань з визначеним об'ємом, розраховано економічний ефект використання флекситанків та визначено, що перевезення наливних вантажів у флекситанках є найефективнішим.

Використання інноваційних систем навантаження і розвантаження, нових методів для ефективного навантаження та розвантаження наливних вантажів, зокрема роботизованих систем або автоматизованих процесів, дозволять швидше та безпечніше здійснювати вантажні операції [3]. Інноваційні системи відслідковування та моніторингу, такі як IoT (інтернет речей), дозволять стежити за вантажами в реальному часі, що полегшує контроль за умовами перевезення.

Список використаних джерел

- [1] Огляд найновіших технологій у сфері залізничних систем. https://poizd.com.ua/articles/oglyad_naynovishikh_tekh_nologiy_u_sferi_zaluznichnikh_sistem/ – (Дата звернення 05.11.2023)
- [2] Логістичні рішення та особливості доставки рослинних олій за допомогою флекситанків. <https://logist.fm/publications/logistichni-rishennya-ta-osoblivosti-dostavki-roslinnih-olij-za-dopomogoyu-fleksitankiv> – (Дата звернення 05.11.2023)
- [3] Роботизація та автоматизація: Трансформація праці. <https://mindscope.biz.ua/robotyzacziya-i-avtomatyzacziya-truda-vplyv-na-rizni-galuzi/> – (Дата звернення 05.11.2023)

Ляшенко В.М., аспірант.

Яцько С.І., к.т.н.

ОСОБЛИВОСТІ ВИБОРУ НЕЧІТКОГО КОНТРОЛЕРА СИСТЕМИ ПРИЦІЛЬНОГО ГАЛЬМУВАННЯ РУХОМОГО СКЛАДУ

Задачі, що можуть бути розв'язані за допомогою систем прицільного гальмування, та пріоритети при їх впровадженні залежать від багатьох факторів та від специфіки транспортної системи, в якій намічається їх впровадження. До списку задач можна включити як зниження витрат енергії на тягу, так і оптимізацію графіків руху або підвищення провізної здатності системи [1].

Для електропоїздів приміського сполучення та метрополітенів характерними режимами роботи є пуск, вибіг та гальмування [2]. При ручному гальмуванні машиніст електропоїзда обирає момент початку гальмування «з запасом» на випадок власної помилки або неправильного вибору режиму гальмування. Для регулювання гальмівної сили при прицільному гальмуванні задаються різні рівні уповільнення, а у разі, якщо можна задавати лише один його рівень, застосовується ступінчасте гальмування. Режим гальмування вибирається в залежності від неузгодженості між програмною швидкістю поїзда і дійсною, а в деяких системах - і від похідної цього неузгодження.

Розрахункова траєкторія прицільного гальмування у функції шляху будується на основі значення середнього уповільнення поїзда. Практично питання зупинки потяга метрополітену у заданій точці є багатофакторним, оскільки траєкторія гальмування повинна відповідати одночасно декільком критеріям, які часто містять протиріччя між собою або певні невизначеності. Наприклад, з умови забезпечення комфорту пасажирів, швидка зміна режимів гальмування неприпустима, так як вона призводить до неприємних поштовхів під час руху; поточна швидкість руху поїзда метрополітену може бути виміряна лише з певною похибкою. Тому взагалі можна вважати, що швидкість потяга при реалізації гальмування на підході до станції є функцією $V = f(V', a, j, \dots)$, де V' – початкова швидкість на підході до станції, км/год; a – значення уповільнення при гальмуванні, m/c^2 ; j – поштовх, m/c^3 тощо.

Задача прицільного гальмування електропоїзда метрополітену може бути вирішена за допомогою використання контролера на основі нечіткої логіки для вибору величини гальмівного уповільнення у кожний момент часу. У порівнянні з

традиційним алгоритмом управління, наприклад, за допомогою PID-контролера, контролер на основі нечіткої логіки має низку переваг. Основною перевагою останнього є відсутність потреби у математичному описі системи для оптимального управління та прийняття адекватних рішень, особливо в умовах непрогнозованих змін. За відсутності математичного опису поведінки системи оптимально встановити коефіцієнти управління класичного PID-регулятора неможливо [3]. Додатковою перевагою нечіткого контролера є можливість одночасного урахування декількох вхідних змінних, причому кількість входів та виходів обмежується лише допустимим розміром набору правил.

В рамках дослідження створена математична модель-фреймворк для розробки та тестування системи забезпечення автоматичного прицільного гальмування поїзда метрополітену на базі нечіткого контролера. У якості прикладу розглянуто систему на основі нечіткого контролера з алгоритмом Мамдані. Проведене моделювання показало, що система прицільного гальмування з нечітким контролером забезпечує задовільну точність зупинки потяга навіть при наявності істотних відхилень вимірних значень вхідних параметрів від фактичних. Висновки з моделювання є особливо актуальними в контексті зменшення капіталовкладень на впровадження систем автоведення поїздів взагалі та автоматичного прицільного гальмування зокрема.

Г. І. Несстеренко,

М. І. Музикін

В. В. Підхлібний

УДК 656.2

ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ КОНТРЕЙЛЕРНИХ ПОЇЗДІВ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Ефективна відсіч російським загарбникам під час широкомасштабного вторгнення РФ на територію нашої країни значною мірою залежить від здатності вітчизняного транспорту оперативно здійснювати всі види перевезень у необхідних обсягах задля задоволення потреб Збройних сил України та інших утворених відповідно до законів України військових формувань, національної економіки та цивільного населення. Одним з найбільш ефективних видів перевезень є контрейлерні перевезення.

Для того, щоб говорити про доцільність використання контрейлерних поїздів в умовах воєнного стану, спочатку слід розглянути їх

переваги, фактори їх розвитку в Україні, а також тенденцію їх розвитку в Україні [1-2].

Переваги контейнерних перевезень: висока швидкість і гарантія доставки вантажів відповідно до графіка руху поїзда (так звана технологія «just in time»); безпека перевезення за будь-яких погодних умов; скорочення часу проходження прикордонного та митного контролів; збереження транспортного засобу та економія паливно-мастильних матеріалів; збереження автомобільних доріг; збереження навколишнього середовища; економія витрат на оформлення товаросупровідних документів; для перевезень автопоїздів залізницею практично не існує обмежень, що висувається до їх маси; розвантаження міжнародних автомобільних доріг.

Певні фактори також сприяють розвитку контейнерних перевезень: сезонні обмеження руху великотонажних автомобілів; обмеження часу перебування водіїв за кермом автомобіля згідно діючих нормативно-правових актів з охорони праці; вимоги до безпеки перевезення вантажу.

Варто відзначити, що контейнерні перевезення можуть здійснюватися не за однією, а за двома технологіями: 1). доставка автопоїздів на залізничних платформах при супроводі їх водіями, або 2). доставка лише напівприцепів без сидельних тягачів і водіїв. Основною необхідною умовою в організації комбінованих перевезень, до яких як раз таки відносяться контейнерні перевезення, є наявність відповідних технічних засобів.

Оператором комбінованих перевезень на залізницях України є філія «Центр транспортного сервісу ЦТС «Ліски» АТ «Українська залізниця» (ЦТС «Ліски» АТ «УЗ»), що володіє терміналами у Києві, Дніпрі, Харкові, Одесі, Чопі та здійснює комплексне транспортно-експедиційне обслуговування, використовуючи переваги комбінованих перевезень. 31 березня 2023 року, вже під час воєнного стану, АТ «Українська залізниця» відправило у тестовий експериментальний рейс контейнерний вагон. Контейнерний вагон вирушив за маршрутом Київ-Ліски – Чоп з метою фінального затвердження так званої, тимчасової схеми навантаження та подальшого розвитку контейнерних перевезень в Україні. Тестовий рейс виконувався на спеціалізованій контейнерній платформі філії АТ «Українська залізниця» – ЦТС «Ліски» АТ «УЗ» з додатково облаштованим місцем для кріплення автомобільного вантажного напівприцепа.

На наш погляд, незважаючи на скептицизм деяких вчених, в Україні в умовах воєнного стану розвиток контейнерних перевезень має велику перспективу. Цю думку поділяють також профільні спеціалісти АТ «УЗ». Забезпечення курсування контейнерних поїздів та ведення їх за твердими

нитками графіку руху поїздів призведе до скорочення логістичних витрат, підвищення якості логістичного обслуговування, вирішить питання нехватки водіїв вантажних автомобілів.

Наразі стало відомо, що АТ «УЗ» планує запровадити інноваційну транспортну технологію – інтермодальний сервіс. Це дозволить об'єднати перевезення контейнерних, контейнерних поїздів, тобто мова йде про комбіновані перевезення. Все це буде запроваджено на базі рухомого складу ЦТС «Ліски» АТ «УЗ». Це робиться з чіткою метою – інтеграція в європейську транспортну систему контейнерних поїздів шляхом розвитку інтермодальних перевезень територією України. 11 жовтня 2023 АТ «Українська залізниця», австрійська залізнична компанія Rail Cargo Austria та німецький вагонний оператор VTG у рамках дії меморандуму між АТ «Українська залізниця» та RCA, що було підписано у вересні 2023 року, успішно виконали тестовий інтермодальний рейс з перевезення вантажних автомобільних напівприцепів в складі контейнерного поїзда за міжнародним маршрутом Київ-Ліски – Будапешт. Наразі також опрацьовуються питання щодо зменшення тривалості митного оформлення імпорто-експортних операцій при здійсненні інтермодальних перевезень.

Таким чином запровадження інтермодальних перевезень за участю залізничного та автомобільного видів транспорту можливо здійснювати в умовах воєнного стану. Більш того, використання контейнерних перевезень зможе зацікавити іноземних інвесторів та розширити існуючу «клієнтську базу» вантажовідправників АТ «Українська залізниця».

Список використаних джерел

1. Кузьменко А. І., Нестеренко Г. І., Музикін М. І., Стрелко О. Г. Аналіз впливу плану та поздовжнього профілю колії на умови експлуатації контейнерних поїздів. *Системи та технології*. № 2(62). 2021. С. 116-141.
2. Музикін М. І., Телуєва В. С. Переваги та недоліки залізничного та автомобільного транспорту в умовах воєнного стану. *Матеріали 19 науково-практичної Міжнародної конференції «Міжнародна транспортна інфраструктура, індустриальні центри та корпоративна логістика»*. Харків : УкрДУЗТ, 2022. С. 160-162.

Приходько С.І., д.т.н.

Штомпель М.А., д.т.н., (УкрДУЗТ)

УДК 621.391

ЗАСТОСУВАННЯ ПАСИВНИХ

ОПТИЧНИХ МЕРЕЖ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

Потреба у впровадженні нових електронних послуг для працівників структурних підрозділів залізничного транспорту України обумовлює актуальність пошуку альтернативних підходів до побудови телекомунікаційної інфраструктури. Аналіз показав, що наявні мережі доступу та мережеві технології, що використовуються в існуючій інфраструктурі залізничного транспорту, не задовольняють зростаючим вимогам щодо смуги пропускання, дальності зв'язку, енергетичної ефективності тощо [1 – 3].

Для усунення даних обмежень у роботі пропонується здійснити перехід до пасивних оптичних мереж при реалізації мереж доступу залізничного транспорту. Проаналізовано різновиди технологій пасивних оптичних мереж, запропоновано варіанти їх застосування на залізницях України та розроблено технічні рішення для обраних сегментів телекомунікаційної інфраструктури.

Також у роботі розроблено схему моделі сегменту пасивних оптичних мереж та представлено результати моделювання, проведеного у спеціалізованому програмному середовищі. На основі отриманих результатів сформульовано рекомендації щодо застосування даної технології для удосконалення телекомунікаційної інфраструктури залізничного транспорту.

Список використаних джерел

1. Воробієнко, П.П. Телекомунікаційні та інформаційні мережі / П.П. Воробієнко, Л.А. Нікітчук, П.І. Резніченко. – К., 2010. – 708 с.
2. Prat J. (editor). Next-Generation FTTH Passive Optical Networks. Research Towards Unlimited Bandwidth Access. – Springer, 2008. – 224 p.
3. Заїка, В.Ф. Телекомунікаційні системи та мережі наступного покоління / В.Ф. Заїка, О.Г. Варфоломеєва, К.О. Домрачева, Г.О. Гринкевич. – К., 2019. – 315 с.

Штомпель М.А., д.т.н., (УкрДУЗТ)

УДК 621.391

НЕЙРОМЕРЕЖЕВЕ ДЕКОДУВАННЯ КАСКАДНИХ КОДОВИХ КОНСТРУКЦІЙ

Сучасні безпроводові телекомунікаційні технології надають можливість користувачам отримувати різноманітні інформаційні послуги та забезпечують високошвидкісний доступ до

мережевих ресурсів [1]. При цьому постійне зростання вимог щодо якості надання послуг вимагає застосування відповідних технічних рішень, зокрема, методів завадостійкого кодування інформації. Каскадні кодові конструкції широко використовуються у багатьох новітніх безпроводових технологіях, але підвищення ефективності їх декодування залишається актуальною задачею [2, 3].

У роботі представлено результати аналізу ефективності існуючих методів декодування каскадних кодових конструкцій для каналу з адитивним білим гаусовим шумом. Показано, що застосування нейронних мереж різної конфігурації для декодування даних кодів є перспективним напрямом досліджень. Розглянуто структуру та особливості послідовних каскадних кодів, побудованих на основі кодів Ріда-Соломона та згорткових кодів. Наведено узагальнені етапи нейромережевого декодування для даного типу каскадних кодових конструкцій та розроблено відповідний алгоритм для програмної реалізації декодера. У результаті проведених досліджень визначено особливості декодування каскадних кодів з використанням нейронних мереж та сформульовано напрями застосування даного підходу до удосконалення безпроводових телекомунікаційних мереж.

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. Fundamentals of convolutional coding / R. Johannesson, K. Sh. Zigangirov (Eds.). 2nd ed. John Wiley & Sons, 2015. – 668 p.
3. Ryan W., Lin S. Channel codes: Classical and modern. Cambridge University Press, 2009. – 692 p.

Ситнік Б. Т., к.т.н.

Мірошник А.М., аспірант, НТУ «ХП»

УДК 681.31

СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧНА ІНДЕКСНА ІДЕНТИФІКАЦІЯ В АДАПТИВНИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ РУХОМИМИ ОБ'ЄКТАМИ

Розроблено нову модель індексної ідентифікації структури та параметрів складного динамічного рухомого об'єкта для побудови адаптивних систем управління з корекцією

поточних параметрів налаштування цифрових регуляторів.

Ключові слова: індексна ідентифікація, адаптивна система керування, високошвидкісний рух поїздів, енергозбереження.

Підвищення якості експлуатаційних характеристик систем автоматичного управління складними високошвидкісними рухомими об'єктами рейкового транспорту пов'язане з необхідністю ідентифікації та адаптації, із забезпеченням безпеки та здоров'я обслуговуючого персоналу, високою швидкістю обладнання та уповільненою реакцією операторів, обумовленої обмеженими фізичними можливостями людини.

Переважає більшість сучасних наукових досліджень та промислових реалізацій адаптивних систем управління (АСУ) присвячена створенню робастних, нейроподібних, нечітких, інтелектуальних фільтрів та регуляторів [1, 2, 3].

Адаптивні АСУ та активні експертні системи (АЕС) [2, 3] знаходять застосування як системи управління складними нестационарними та багатовимірними об'єктами, підтримують функціонування систем у стохастичному та хаотичному світах, що суттєво покращує їх характеристики надійності та техніко-економічні показники.

Розробка нової моделі індексної ідентифікації структури та параметрів складного рухомого об'єкта для побудови адаптивних систем керування з корекцією поточних параметрів налаштування. Відповідно до робіт В.А. Лазаряна [1] потяг може бути представлений локомотивом (пристрій управління та виконавчий механізм (ВМ)) та послідовністю вагонів різної довжини та маси.

Електричною моделлю об'єкта може бути послідовність аперіодичних ланок з різними постійними часу і статичними коефіцієнтами передачі [1,2]. Ланки з більшими постійними часу можуть замінюватись ланками з меншими постійними часу. Число ланок з меншою постійною часу може дорівнювати найбільшому цілому від поділу найбільшої постійної часу моделі на найменшу, відповідну моделі найлегшого вагона.

Загальним недоліком відомих систем ідентифікації з використанням моделі [2-6] є незмінність структури моделі, що налаштовується, підключеної паралельно досліджуваному об'єкту, значні витрати часу на обчислення, неодноразовість обчислень всіх статичних і динамічних параметрів обраної моделі об'єкта протягом часу одного перехідного процесу.

Запропоновано нову модель індексної ідентифікації структури та параметрів складного рухомого об'єкта для побудови адаптивних систем керування з корекцією поточних параметрів

налаштування регуляторів. Число ланок i (структура) моделі та координата j (адреса значення її статичного коефіцієнта передачі) є змінними величинами та їх зміни враховуються в адаптивних системах управління шляхом корекції поточних параметрів налаштування регуляторів у кожному перехідному процесі. У цифрових системах управління цей метод динамічної адаптації легко реалізується програмним способом.

Список використаних джерел

1. Лазарян В.А. Динамика транспортных средств. Избранные труды / В.А. Лазарян. - К.: Наукова думка, 1985. - 528 с.
2. Загарий Г.И., Шубладзе А.М. Синтез систем управления на основе критерия максимальной степени устойчивости. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 104 с.
3. Сытник Б.Т. Структурно-параметрическая идентификация в адаптивных системах управления движением поездов / Б. Т. Сытник, М. С. Курцев, В. С. Михайленко // [Информационно управляющие системы на железнодорожном транспорте](http://nbn.gov.ua/UJRN/Ikszt_2014_3_4). - 2014. - № 3. - С. 17-21. - Режим доступа: http://nbn.gov.ua/UJRN/Ikszt_2014_3_4

Ананьєва О. М., д.т.н.,

Бабасєв М. М., д.т.н.,

Давиденко М. Г., к.т.н.,

Панченко В. В., к.т.н., (УкрДУЗТ)

МОНІТОРІНГ ЯКОСТІ РОБОТИ ТЯГОВИХ ДВИГУНІВ ЛОКОМОТИВІВ

Тягові двигуни постійного струму широко застосовуються в галузі транспортної електротяги. Тому підтримка їхньої придатності до експлуатації є актуальною проблемою [1, 2].

У ході вирішення проблеми моніторингу якості роботи тягових двигунів локомотивів отримано диференціальне рівняння, яке описує складову струму кола живлення двигуна постійного струму з послідовним збудженням при введенні в це коло джерела синусоїдної напруги, що враховує поточний стан їхніх електричних параметрів [1]. При цьому вважається, що якор двигуна обертається з постійною частотою, а введена напруга є настільки малою, що не впливає на динаміку двигуна. Коефіцієнти отриманого диференціального рівняння виявилися настільки складними функціями часу, що його аналітичний розв'язок не призводить до осяжних результатів. Тому доцільним є застосування числового способу розв'язування при кожному конкретному сполученні числових даних

електричного кола. На цьому шляху було проаналізовано явища, які викликані швидкими та великими змінами в часі опорів перехідних контактів між щітками та пластинами колектора. Ці зміни поблизу моментів комутації мають критичний вплив на можливість розв'язування диференціального рівняння вбудованими засобами середовища Mathcad, що потребує вдаватися до певних стабілізуючих засобів. Результати розрахунків показали можливість використання представленого математичного опису струму у вигляді диференціального рівняння зі змінними коефіцієнтами для аналізу високочастотних електричних процесів у колі живлення тягового двигуна постійного струму.

Список використаних джерел

1. Математична модель розповсюдження високочастотних сигналів у колах живлення двигунів постійного струму // С. В. Панченко, О. М. Ананьєва, М. М. Бабаєв та ін. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2023. Том 28. № 1. С. 3-10. DOI: 10.18664/iksz.v28i1.276286.
2. Majdi, Hasan Shakir and Shijer, Sameera Sadey and Hanfesh, Abduljabbar Owaid and Habeeb, Laith Jaafer and Sabry, Ahmad H., Analysis of Fault Diagnosis of DC Motors by Power Consumption Pattern Recognition (October 31, 2021). *European Journal of Enterprise Technologies*, 5(5 (113), 14–20, 2021. doi:10.15587/1729-4061.2021.240262, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3961642>

Ананьєва О. М., д.т.н.,

Бабаєв М. М., д.т.н.,

Давиденко М. Г., к.т.н.,

Панченко В. В., к.т.н., (УкрДУЗТ)

СИНТЕЗ ЗАВАДОСТІЙКОГО ПРИБОРУ ПРИЙМАННЯ СИГНАЛІВ ТОНАЛЬНИХ РЕЙКОВИХ КІЛ

Сучасні рейкові кола зазнають впливу багатьох факторів, що в кінцевому підсумку призводять до спотворення інформаційних сигналів. В умовах штатного функціонування головним чинником спотворень є електромагнітні завади як природного, так і техногенного характеру. Склад і характеристики цих завад варіюються в часі вельми швидко та малопередбачувано. Функціональна ж безпека тональних рейкових кіл (ТРК) вимагає

дотримання одних і тих самих показників незалежно від поточної завадової ситуації. Тому аналіз можливих завад з метою застосування його результатів для конструктивного вирішення проблеми гнучкої та ефективної протидії завадовим впливам на ТРК є вельми актуальним [1]. У складній електромагнітній обстановці інформаційні сигнали ТРК зазнають сильних спотворень від завад різного типу та походження. Це знижує безпеку руху.

Розглянуто випадок, коли інформаційний сигнал спостерігають на фоні суми імпульсної завади, завади від тягового перетворювача локомотива, завади від тягового струму та лінії електропередач промислової частоти, завади від суміжного ТРК та широкосмугового гаусівського шуму. Визначено критерій оптимальності завадостійкого приймання інформаційного сигналу. Сформовано цільову функцію відповідно до цього критерію. Вигляд сформованої цільової функції оптимізовано шляхом виключення з неї доданків, які відповідають слабким кореляційним зв'язком як між інформаційним сигналом і завадами, так і завад між собою. У результаті отримано базову обчислювальну структуру, яка має забезпечити завадостійке приймання шляхом сумісної оцінки параметрів інформаційного сигналу та структурно-детермінованих завад [2].

Список використаних джерел

1. Математична модель суміші сигналу та багатокомпонентної завади на вході коливних пристроїв тональних рейкових кіл / О. М. Ананьєва, М. М. Бабаєв, В. С. Блиндюк, М. Г. Давиденко. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2020. № 2. С. 3-7. doi: 10.18664/iksz.v25i2.206825.
2. Оптимальне приймання інформаційних сигналів в умовах дії п'ятикомпонентної завади / О. М. Ананьєва, М. М. Бабаєв, М. Г. Давиденко, В. В. Панченко. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2021. № 1. С. 24-29. DOI: 10.18664/iksz.v26i1.229062.

С. І. Бібік (ДУІТ),

О. Г. Стрелко (ДУІТ),

Р. Р. Макогон (ДУІТ),

Ю. В. Срусевич (УДУНТ)

УДК 656.2

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ ПРОПУСКНОЇ ТА ПРОВІЗНОЇ СПРОМОЖНОСТІ ЗАЛІЗНИЧНИХ ЛІНІЙ

Підвищення рівня експлуатаційної роботи доріг пов'язане з вдосконаленням технології перевізного процесу та інтенсифікацією використання пропускної та провізної спроможності ліній. Провізна спроможність ліній значною мірою залежить від маси та швидкості руху поїздів. В останні роки спостерігається тенденція до сповільнення темпів збільшення маси поїздів.

Підвищення провізної спроможності ліній здебільшого досягалося підвищенням розмірів руху, що призвело до перенасиченості ділянок поїздами. Це не могло не позначитися негативно на основних якісних показниках експлуатаційної роботи, таких як дільнична та технічні швидкості, оберт вагона, середньодобовий пробіг локомотива. Для успішного освоєння приросту обсягу перевезень необхідно змінити співвідношення збільшення маси поїздів та підвищення розмірів руху, враховуючи, що на багатьох вантажонапружених напрямках подальше збільшення розмірів руху поїздів фізично досягти доволі складно. Підвищення маси поїзда має знову стати вирішальним чинником освоєння зростаючого обсягу перевезень.

Стримують підвищення норм маси і довжини поїздів обмежена довжина станційних колій і серйозні недоліки в організації ремонту локомотивного парку, вагонів, стану поточно утримання колій [1]. Дається в знаки і недостатня потужність існуючих серій локомотивів. Фактично ж норми маси поїздів на низці залізничних напрямків суттєво нижчі. Реалізувати можливість підвищення маси поїздів можна, більш повно використовуючи існуючі довжини станційних колій, раціональні методи посилення тяги, впроваджуючи паралельні норми маси, вдосконалюючи технологію та організацію експлуатаційної роботи. Тим не менш, не можна забувати, що збільшення маси і довжини поїздів висуває більш суворі вимоги до професійної майстерності та досвіду поїзних диспетчерів та локомотивних бригад, спричиняє необхідність поліпшення технічного стану рухомого складу, колій, електропостачання, внесення корективів у технологію роботи станцій, пунктів технічного огляду і т. і.

Про підвищення маси та довжини поїздів висловлюється багато думок, іноді протилежних. Одні «борються» за підвищення норм маси поїздів, не зважаючи на технічні можливості ділянок, станцій, локомотивів, інші ж, навпаки, повністю або частково заперечують ефективність цього методу [2]. У кожному окремому випадку підвищення маси, а відповідно і довжини поїзда, у тому числі, які перевищують її корисну довжину приймально-відправних колій станцій, – комплексне завдання. У певних умовах позитивне вирішення

цього завдання дає суттєвий ефект, в інших – ні. Вже зараз на багатьох вантажонапружених ділянках довжина поїздів перевищує корисну довжину приймально-відправних колій. У розумних межах це технічно та технологічно обґрунтовано, якщо у графіку руху поїздів спеціально розроблені розклади для таких поїздів.

Очевидно, підвищення маси поїздів у ряді випадків викликає збільшення міжпоїзного інтервалу. Тому, на нашу думку, на ділянках з інтенсивним рухом можливо підвищувати масу поїздів в тому випадку, якщо збільшення провізної спроможності перекриє спричинену цим втрату пропускної спроможності. Аналогічно треба вирішувати питання і про застосування подвійної тяги та підштовхування, причому кратну тягу слід розглядати лише як тимчасовий захід. Одним з перспективних напрямків також є використання секціонування локомотивів.

Хотілося б особливо підкреслити, що основний критерій у підвищення маси поїзда – ефективність і об'єктивна необхідність цього заходу. Перш за все потрібно відштовхуватися від конкретної структури вантажопотоку на цьому напрямку або ділянці. Важливо вивчити можливості ведення поїздів, їх пропуску від станцій формування до станцій розформування без або з мінімальним числом переробок на шляху прямування залежно від схем обігу локомотивів, пропускної спроможності станцій та діляньниць. На кожному напрямку, де норма маси поїзда уніфікована, є одна або кілька ділянок з найважчим профілем. І саме тут треба збільшити критичну норму маси поїзда, яка визначається згідно тягових розрахунків для відповідної серії локомотивів.

Список використаних джерел

1. Нестеренко Г. І., Музикін М. І. Вплив «вікон» на пропускну спроможність залізничного напрямку. *Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту*. 2014. №3 (51). С. 24-33.
2. Nesterenko H. I., Bech P. V., Muzykin M. I., Avramenko S. I. Improvement of supervisory control of train movement by means of introduction of operational zones. *Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту*. 2018. № 6 (78). С. 59-70.

*Бунчуков О.А., директор департаменту
автоматики та телекомунікацій ПАТ УЗ
Сотник В.О., к.т.н.*

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ ОСНОВНИХ РЕЖИМІВ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ ТОНАЛЬНИХ РЕЙКОВИХ КІЛ ТРК-М

Актуальність теми:

Метою розрахунків роботи ТРК-М є розробка регулювальних таблиць, які містять допустимі значення параметрів рейкових кіл (РК) і параметрів сигналів АЛС, які повинні забезпечуватися в умовах експлуатації.

До цих параметрів слід віднести: довжину РК; мінімальний опір ізоляції рейкової лінії $R_{i \min}$ (Ом.км); максимальну напругу на виході генератора $U_{\text{гmax}}$ (В); максимальну потужність на виході генератора $S_{\text{г}}$ (В.А); максимальну напругу на вході приймача $U_{\text{пп}}$ (В). Наведені параметри РК розраховуються для всіх сигнальних частот при різних довжинах кабелю $L_{\text{к}}$ (М).

До параметрів АЛС відносяться: напруга кодового сигналу $U_{\text{кт}}$ (В); потужність кодового сигналу $S_{\text{кт}}$ (В.А) при різних довжинах РК та кабелю з урахуванням дросель-трансформаторів та ізолюючих стиків.

Виконання розрахунків проводиться при найгірших умовах роботи РК, таких, як: низький опор ізоляції рейкової лінії, застосування додаткових обмоток дросель-трансформаторів (ДТ), використання кабелю з підвищеним затуханням, підвищені довжини РК та кабелю. Рейкова лінія є ланцюгом з розподіленими параметрами. Особливістю цієї лінії є також наявність асиметричного витоку струму в землю та між рейками. Диференційне рівняння рейкової лінії (РЛ) має вигляд лінійного рівняння з постійними коефіцієнтами, в якому аргументом є ордината лінії. Це рівняння дає можливість записати рішення через експоненціальні функції і привести їх до рівня передачі чотириполосника.

Новизна: Рейкові ланцюги використовуються на залізницях по всьому світу з 1872 року як канал для моніторингу ділянок колії, а з 1920 року, для передачі інформації з колії на локомотиви. Математичне моделювання кіл було введено в практику проектування і розробки цих пристроїв, починаючи з 1930-х років.

За цей період (понад 100 років) було розроблено низку методів розрахунку РЦ, починаючи від кіл постійного струму і закінчуючи тональними колами. Розрахунок режимів роботи мікропроцесорних тональних рейкових кіл набув актуальності через їх масове застосування в останні роки на залізницях України.

Висновки: Виконання індивідуальних розрахунків для кожного мікропроцесорного тонального рейкового кола необхідно проводити при

найбільш жорстких вимогах до їх роботи: при низькому опорі ізоляції рейкової лінії, при використанні кабелю з підвищеним затуханням і при максимальних довжинах рейкових ліній і кабелю. База даних для формування регулювальних таблиць повинна містити для кожного рейкового кола всі перераховані параметри, які були отримані з урахуванням впливу цих дестабілізуючих факторів.

Список використаних джерел

1. ДСТУ 4178-2003. Комплекси технічних засобів. Системи керування та регулювання руху поїздів. Функційна безпечність і надійність.
2. А.П. Розгонов. Звіт по науково-дослідницькій темі Мікропроцесорна централізація стрілок та сигналів. Мікропроцесорні рейкові кола тональної частоти на станціях та перегонах при електротязі змінного струму. 421418.001 ТР- 001.
3. EN 50126-1:1999. Railway applications. The specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS). Basic requirements and generic process.
4. CLC/TR 50126-2:2007. Railway applications. The specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS). Guide to the application of EN 50126-1 for safety.
5. EN 50128-2001: Railway applications. Communications, signalling and processing systems. Software for railway control and protection systems.
6. EN 50129:2019. Railway applications. Communication, signalling and processing systems. Safety related electronic systems for signalling

Герцій О.А., (ДУІТ)

ДОСЛІДЖЕННЯ КРИТЕРІЇВ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ТА ОПТИМАЛЬНОСТІ В СИСТЕМАХ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ

Поняття ефективності якості і оптимальності займає важливе місце в теоріях стосовно інформаційних систем в цілому і систем обробки зображень, а також для оцінювання методів обробки інформації, які використовуються в цих системах.

Основним етапом розв'язання задачі являється вибір множини приватних критеріїв, які досить точно характеризують систему. В якості об'єкта розглянемо систему обробки зображення. Спосіб дозволяє виділяти зображення напівтонового об'єкта в реальному масштабі часу.

Можна виділити наступні приватні критерії, які характеризують таку систему:

- швидкодія або часові витрати системи;
- функціональні можливості системи;

- інформаційна здатність системи;
- точність роботи системи;
- імовірність виконання задачі системи;
- вартість реалізації системи;
- апаратні витрати на реалізацію системи;

Швидкодія представляє собою час виконання системою заданого алгоритму. Модель цього критерію буде залежати від конкретного типу системи [1]. При реалізації алгоритму послідовною системою швидкодія має вигляд:

$$T(x, y, z, t) = \sum_{k=1}^L \sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^N T(x_i, y_j, z_k, t) + \sum_{k=1}^L T(z_k, t)$$

Функціональні можливості даного способу повинні мати:

- а) можливість роботи з півтоновими зображеннями різних градацій яскравості;
- б) інваріантність способу до афінних перетворень, а саме повороту, зміни масштабу.

Критерій інформаційної здатності системи можна розглядати як здатність системи видавати максимальну кількість отриманої інформації об зображенні об'єкта, після його обробки:

$$I_{max}(x, y, t) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M I_{max,i,j}(t)$$

Точність роботи системи можна розглядати як: 1) точність роботи методу, який реалізує система і 2) як точність роботи обладнання з якого складається система. Точність роботи методу найбільше характеризується імовірністю помилкового рішення. Імовірність помилкового рішення на одному пікселі зображення складає:

$$P_{i,j} = q_{i,j}\alpha_{i,j} + p_{i,j}\beta_{i,j},$$

де $q_{i,j}$ і $p_{i,j}$ - апіорні імовірності відсутності і наявності корисного сигналу на i, j пікселі. Повна імовірність помилкового рішення для всього зображення буде складати:

$$P_{er} = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M q_{i,j}\alpha_{i,j} + p_{i,j}\beta_{i,j}$$

Інший критерій, який відображає точність є імовірність відновлення.

Побудові та розвитку системи кількісних мір вірності відновлення зображень приділялась велика увага. Адекватні міри вірності повинні узгоджуватися з результатами суб'єктивних оцінок для широкого класу зображень, не потребуючи при цьому надскладних обчислень. Крім цього, бажано, щоб ці міри мали просту аналітичну форму та їх можна було б застосувати як критерій оптимальності

при оптимізації або виборі параметрів систем обробки зображень.

Зазначені вимоги повністю узгоджуються з загальними вимогами до критеріїв, сформульованим раніше. Кількісні міри вірності відновлення зображень можна розділити на дві групи: одиночні та парні. Одиночна міра представляє собою число, яке співставляється зображенню на основі аналізу його структури. Парна міра являється чисельним результатом взаємного порівняння двох зображень, наприклад, еталонного і реального.

В якості критерію ефективності і оптимальності способу може виступати середньоквадратична помилка корекції [2].

$$\varepsilon^2 = \langle \| \Delta \|^2 \rangle = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \varepsilon^2(x, y),$$

де $\varepsilon^2(x, y) = \langle (V(x, y) - U(x, y))^2 \rangle$. Його можна використовувати як критерій оптимальності корекції.

Швидкодія, вартість системи, апаратурні витрати характеризують в більшій мірі саму систему і залежать від її конкретного виду, і лише опосередковано – спосіб. Оцінка за критерієм “функціональні можливості” ускладнена через складність математичної формалізації даного критерію. Тому критеріями, які характеризують якість способу являються інформаційна здатність, імовірність виконання задачі, точність алгоритму оброблення зображень.

Список використаних джерел

1. Основи теорії інформації та кодування: Навчальний посібник / [І. В. Кузьмін, І. В. Троцишин, А. І. Кузьмін, В. О. Кедрус, В. Р. Лубчик] за ред. І. В. Кузьміна. – Хмельницький, Хмельницький національний університет, 2009. – 373 с.
2. Kulivnuk, V., Kuzmin, I., Hladkyi, O., Gertsy, A., Tkachenko, T., Shparaga, T. (2023). Theoretical Fundamentals of Criteria for Evaluation of Efficiency, Quality and Optimization of Complex Informatology Systems. In: Proceedings of Eighth International Congress on Information and Communication Technology. ICICT 2023. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 694, 329-337. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-3091-3_26

Слізаренко А.О., к.т.н. (УкрДУЗТ)
Попов О.І., регіональна філія «Південна залізниця»

УДК 656.254.16

РОЗРОБКА МЕРЕЖ ТЕХНОЛОГІЧНОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ

НА ДІЛЯНЦІ ЗІ ШВИДКІСНИМ РУХОМ ПОЇЗДІВ

Світова тенденція збільшення швидкості руху пасажирських поїздів набуває більш широкого поширення. В теперішній час загальна протяжність залізничних ліній зі швидкісним рухом в Європі складає понад 45 тис. км.

Міжнародний союз залізниць визначає високошвидкісні залізниці як залізничні траси, що забезпечують рух швидкісних поїздів зі швидкістю не менше 200 км/год для звичайних модернізованих залізничних трас.

Дільниці, призначені для пропуску швидкісних поїздів із швидкістю 161-200 кілометрів на годину, повинні, як правило, звільнятися від вантажного руху з тим, щоб не допустити передчасного руйнування колії через надмірне навантаження на неї. В Україні реалізується перший етап впровадження швидкісного руху. При швидкостях до 160 км/год можливий спільний рух вантажних та пасажирських поїздів. Таке сполучення забезпечується між усіма великими містами, що дозволило організувати рух денних експресів.

Відповідно до вимог Правил технічної експлуатації залізниць ділянки з інтенсивним рухом поїздів мають обладнуватись поїзним дуплексним радіозв'язком, причому дуплексні мережі повинні реалізовуватись на основі цифрових стандартів радіозв'язку [1].

В роботі запропонована організація дуплексної мережі на основі цифрового стандарту DMR. Стандарт цифрового мобільного радіозв'язку DMR вигідно відрізняється від інших відомих цифрових радіотехнологій. Він використовує вокодерні методи передачі мови, що зменшує необхідну смугу робочих частот і дозволяє організувати цифрову мережу у відведених для залізничного транспорту смугах частот метрового діапазону [2].

Впровадження радіозасобів стандарту DMR на мережах технологічного радіозв'язку забезпечує:

- використання існуючої сітки частот, що дозволяє спростити завдання перехідного періоду і забезпечити перехід на рознесення частот сусідніх каналів 12,5 кГц;
- ідентичність параметрів радіостанцій по основним характеристикам радіоінтерфейсу, що дозволяє зберегти умови дальності зв'язку та ЕМС та часткового використання існуючої інфраструктури;
- збереження сформованих алгоритмів роботи мереж і прийнятої сигналізації.

На основі одиночної мережі не можливо забезпечити високу експлуатаційну надійність

функціонування мереж на рівні вимог до швидкісного руху [3].

Імовірність безвідмовної роботи каналу радіозв'язку P_k , яка є комплексним показником надійності, можна визначити як

$$P_k = 1 - (1 - P_{mz} \cdot P_{pc})^k, \quad (1)$$

де P_{mz} – імовірність безвідмовної роботи технічних засобів, при прийнятій системі технічної експлуатації;

P_{pc} – вірогідність забезпечення необхідного рівня корисного сигналу, для встановленої якості зв'язку за умови виконання вимог ЕМС;

k – кратність резервування використовуваних технічних засобів, яке застосовують при недостатній надійності одного радіоканалу.

Високі показники надійності функціонування можуть бути досягнуті тільки в системах рухомого радіозв'язку з резервуванням каналів. Зараз зонні мережі забезпечують лише часткове резервування важливих видів зв'язку, наприклад «черговий-машиніст». Повне резервування може бути забезпечено тільки створенням паралельної лінійної мережі.

На основі проведеного аналізу показано, що забезпечення вимог надійного функціонування можливо тільки на основі стовідсоткового резервування існуючої лінійної мережі ПРЗ. Розроблені пропозиції з організації додаткової дуплексної мережі ПРЗ на основі впровадження радіозасобів цифрового стандарту DMR, що забезпечить виконання показників надійності для умов швидкісного руху на рівні 0,999 при ймовірності безвідмовної роботи одного радіоканалу 0,9-0,95

Список використаних джерел

1. Правила експлуатації поїзного радіозв'язку. Затверджені наказом Державної адміністрації залізничного транспорту України від 24.09.2007 р №452-Ц. Київ – 45 с.
2. Standard ETSI 102361-1 v1.4.5. Elektromagnetik compatibility and Radio spectrum Matters. Digital Mobile Radio (DMR) Systems. Part1. DMR AIR Interfase hrotocol – France. ETSI, 2007.
3. Слізаренко А.О. Забезпечення необхідної надійності функціонування каналів залізничного технологічного радіозв'язку [Текст] / А.О.

Єлізаренко // Інформаційно - керуючі системи на залізничному транспорті. – 2016. №1. С.41-46.

*Єлізаренко А.О., к.т.н. (УкрДУЗТ)
Сілівьорстов В.С. магістр (УкрДУЗТ)*

УДК 656.254.16

ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ МЕРЕЖ ПОЇЗНОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ НА ГІРСЬКИХ ТРАСАХ І В ТУНЕЛЯХ ЗАЛІЗНИЦЬ

Організація мереж ПРЗ в гірській місцевості і в тунелях є актуальним питанням для залізниць України. Значна частина Львівської залізниці розташована в гірській місцевості в Карпатському регіоні. Із-за складного рельєфа місцевості, на полігоні Львівської залізниці налічується понад сім тисяч штучних споруд (мости, віадуки) та більше 30 залізничних тунелів різної довжини. Найбільший з них, недавно модернізований, Бескидський тунель, довжиною 1765 м, на ділянці Делятин-Держкордон розташовано залізничний тунель довжиною 1202 м та на ділянці Сянки-Ужгород тунель протяжністю 907 м. Тунелі відіграють важливу роль в організації міждержавного залізничного сполучення з країнами Європи.

Згідно Правил технічної експлуатації залізниць на всіх ділянках повинні бути організовані мережі поїзного радіозв'язку в гектометровому та метровому діапазоні радіохвиль. В організації лінійних мереж ПРЗ гектометрового діапазону в гірській місцевості не має суттєвих відмінностей, оскільки рельєф мало впливає на умови поширення радіохвиль при використанні направляючих ліній. Для організації мереж гектометрового діапазону в тунелях підвищують однопровідні та двопровідні хвилеводи, при цьому згасання сигналів у тунелях зростає до 4 дБ/км у двопровідних та до 12 дБ/км в однопровідних хвилеводах, порівняно з відкритою місцевістю.

В УКХ діапазонах розрахунки каналів можна вести за єдиною методикою, з урахуванням зростання згасання сигналів в залежності від категорії трас. Окрім того збільшується і глибина просторових флуктуацій напруженості поля, внаслідок зміни загального рельєфу місцевості, що впливає на надійність радіоканалів по полю.

Необхідно правильно визначити категорію трас за допомогою топографічної карти та розрахувати відповідні поправки. В роботі виконані розрахунки дальності радіозв'язку для гірських трас різної складності. За результатами розрахунків

дальність для траси другого типу $\Delta h = 20\text{ м}$ при надійності радіозв'язку по полю 90 % складає 10,4 км, а для траси п'ятої категорії $\Delta h = 100\text{ м}$ зменшується до 3,8 км.

В теперішній час мережі ПРЗ в УКХ діапазоні відсутні в тунелях. Єдиним надійним засобом організації каналів УКХ діапазону є застосування випромінюючих кабелів. Випромінюючий кабель представляє різновид коаксіального кабелю зі щілинами у зовнішньому провіднику, який виконує роль передачі енергії до заданого місця прийому та випромінювання сигналів. Але випромінюючі кабелі не розраховані для передачі сигналів в гектометровому діапазоні [2]. Цікавим є пропозиція з організації дводіапазонних мереж, в яких випромінюючі кабелі використовуються, як спільна направляюча система для каналів в двох діапазонах радіохвиль. Проведені дослідження показали, що в гектометровому діапазоні згасання складає до 5,2 дБ/км [3].

В останній редакції Правил [1] дозволена організація дводіапазонних мереж технологічного радіозв'язку з випромінюючими кабелями по індивідуальним проектам у тунелях.

В роботі запропонована методика розрахунки дальності радіозв'язку у тунелях з використанням різних типів випромінюючих кабелів, яка задовольняє умовам їх застосування на залізницях.

Список використаних джерел

1. Правила організації та розрахунку мереж поїзного радіозв'язку ЦШ-0058. Державна адміністрація залізничного транспорту України Укрзалізниця, Київ –2009. 123 с. Radiating Cables. [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу [http:// www.eupen.com](http://www.eupen.com).
2. Єлізаренко А.О. Впровадження дводіапазонних мереж технологічного радіозв'язку в тунелях залізниць / Єлізаренко А.О. // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2014, №4, С.42-47.

A. Kitov,

V. Lysechko (USURT)

UDC 621.396.2

USE OF INTELLIGENT ASSISTANTS IN THE FIELD OF VEHICLE REPAIR

Some vehicle problems can be difficult to identify and fix. Newer generation software tools - intelligent assistants - can access an extensive database

with detailed information about different vehicle models and their features.

Intelligent Assistants - generate instructions and step-by-step guides on how to perform simple repairs on their own. This reduces dependency on service centres and allows users to understand and fix minor issues without having to spend unplanned time and money.

The results of using an intelligent assistant in the transport sector can be as follows:

1. Improved diagnostic efficiency and accuracy:

By analysing a large amount of data and using advanced algorithms, the assistant can quickly and accurately determine the source of the vehicle's problem, allowing for simple repairs and avoiding additional breakdowns.

2. Increased quality of service: The intelligent assistant can provide detailed recommendations for repairs and maintenance, helping to ensure high quality work and customer satisfaction.

The prospects for AI-powered intelligent assistants in the vehicle repair industry include further refinement of algorithms and an expanding database: With the development of machine learning technologies and the expansion of the database of different vehicle models, assistants can become even more efficient and accurate in diagnosis and repair.

The urgency of the problem is due to the fact that vehicles are becoming increasingly complex, and manufacturers and service providers are particularly pressured to provide faster, more personalised and efficient services. Therefore, mechanics servicing vehicles of this level require high qualifications, and an intelligent assistant may be needed to advise them.

At the time of the study, we managed to find the works of scientists who study and develop smart assistant technologies, but not for the subject area of vehicle repair [1, 2]:

Although intelligent assistants are already being developed and used, their potential has not yet been fully realised and requires further improvement. To improve the functioning of diagnostic systems using intelligent assistants, the following research tasks can be formulated:

1. Expanding limited databases: For an intelligent assistant to work effectively, an extensive database containing information about different vehicle models and their features is required.

2. Simplify the interaction between the user and the intelligent assistant: It is important to consider the user-friendliness and accessibility of the AI interface for users. It is necessary to develop intuitive and easy-to-use interfaces so that users with different levels of repair experience can interact effectively with the assistant.

The subject area of this problem is artificial intelligence systems.

An intelligent assistant should have various functionalities, such as identifying and analysing

mechanical failures, adjusting the steering system, checking and adjusting brakes, selecting spare parts, providing step-by-step instructions for repair work, etc. It can work on the basis of video or photo materials provided by the user, as well as use a database with specifications of various vehicle models and typical problems encountered.

The main results of the study on the development of an intelligent assistant in the field of vehicle repair are the formulation of requirements:

1. Expanding the knowledge base: The research will contribute to the creation of an extensive database containing information on different vehicle models, their components and repair requirements. This will increase the availability and accuracy of information that the assistant can provide to users.

2. Improving the repair process: The use of an intelligent assistant can help improve the repair process. By accurately identifying the cause of breakdowns and providing recommendations on how to fix them, the assistant helps reduce the time and effort required to complete repairs.

References

1. Geoffrey Hinton, Artificial intelligence: a modern approach: Applying artificial intelligence to modern life in medicine, machine learning, deep learning, business and finance. Independently published, 2019.
2. Yann Le Cun. Advances in neural information processing systems: Proceedings of the first 12 conferences (Neural information processing) / edited by M. I. J. (editor), Y. L. (editor), S. A. S. (editor). The MIT Press, 2001.
3. Kashek, R. (2006). Intelligent assistant systems: Concepts, methods and technologies. IGI Global. Advances in system-integrated intelligence / edited by M. Valle et al. Cham: Springer International Publishing, 2023. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-031-16281-7> (accessed 23.10.2023).

Слізаренко А.О., к.т.н. (УкрДУЗТ)

Корольова Н.А., к.т.н. (УкрДУЗТ)

Слізаренко І.О., провідний інженер (ХФ УДЦР)
УДК 656.254.16

СУЧАСНІ МОДЕЛІ ПОШИРЕННЯ РАДІОХВИЛЬ В РОЗРАХУНКАХ МЕРЕЖ РУХОМОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ

При частотно-територіальному плануванні необхідно забезпечити розрахунки зон обслуговування радіомереж та умови забезпечення

електромагнітної сумісності радіозасобів. Втрати енергії при поширенні радіохвиль є одним з головних параметрів, який визначає розміри зони обслуговування базових станцій.

Міжнародний союз електрозв'язку ІТУ-R координує дослідження і розробку рекомендацій в галузі радіозв'язку. При розрахунках радіомереж необхідно використовувати документи, які розробляє ІТУ-R.

В даний час для вирішення практичних завдань прогнозування рівнів сигналів у каналах рухомого радіозв'язку найбільш широко використовують модель Окамура-Хата та методику розрахунку за рекомендацією ІТУ-R P.1546, яка є базовою [1].

Перша редакція рекомендації ІТУ-R P.1546 розроблена в 2001року і зберігає своє фундаментальне значення, а остання шоста редакція представлена в 2020 році, тобто є сучасною версією з розширеною смугою частот.

Статистична модель P.1546-6 розрахована для використання в діапазонах частот від 30 МГц до 4000 МГц. Розрахунок проводиться на основі експериментальних кривих поширення радіохвиль, які наведені для різних смуг частот з різною ймовірністю перевищення рівнів сигналів в умовах середньопересіченої місцевості [1]. Якщо параметри радіомереж, що проєктуються, відрізняються від значень, прийнятих при побудові кривих, то використовують спеціальні поправочні коефіцієнти, які враховують ці відмінності.

Намітилися дві сучасні тенденції розвитку: розробка моделей розрахунку малих зон для актуальних зараз мікростільникових систем та спроба створити універсальні теоретичні моделі поширення радіохвиль з метою підвищення точності прогнозування.

Детерміністські моделі ІТУ-R враховують особливості території і її забудови, інформація о якій знаходиться в спеціальних базах даних – цифрових картах місцевості. Але детальну інформацію про характеристики відбиття від різних типів споруд можна врахувати для невеликих зон. Моделі Ксіа-Бертоні та Уолфіша-Ікегамі враховують дифракцію від окремих об'єктів на трасах та явища хвилеводного поширення радіохвиль вздовж вулиць міста та розраховані на невеликі дальності радіозв'язку 0,5 – 2 км, і більше підходять для розрахунку електромагнітної сумісності радіозасобів [2].

Рекомендації ІТУ-R P. 2001 Універсальна модель наземного поширення для широкого застосування у смузі частот 30МГц – 50 ГГц [3].

Дана модель охоплює смугу частот від 30 МГц до 50 ГГц та відстані від 3 км до 1000 км.

Цей метод складається з чотирьох основних підмоделей, що розглядають різні набори механізмів розповсюдження.

Наряду з втратами у вільному просторі рекомендація ІТУ-R P. 2001 дозволяє врахувати втрати викликані дифракцією радіохвиль над поверхнею Землі та окремими перешкодами на трасах.

В необхідних випадках можна врахувати інші механізми поширення радіохвиль: фактори викликані аномальним поширенням радіохвиль в слоїстих неоднорідностях атмосфери, втрати викликані тропосферним розсіюванням радіохвиль та іоносферне поширення за рахунок спорадичного шару Es для довгих трас на відносно низьких частотах.

Для більшості детерміністських моделей необхідно наявність цифрових карт місцевості та інформації про характеристики відбиття сигналів від споруд на трасах поширення радіохвиль. Якщо докладних профілів немає, для прогнозування слід використовувати рекомендацію ІТУ-R P. 1546-6, яка має більш фундаментальний характер і базується на результатах численних експериментальних досліджень.

В умовах залізниць реальні дальності технологічного радіозв'язку складають до 30 км. Більшість з означених факторів не впливають на розрахунки зон обслуговування в реальних умовах організації мереж рухомого радіозв'язку із-за їх обмеженої дальності.

Моделі малих відстаней доцільно використовувати при вирішенні питань ЕМС. Особливості поширення за моделлю ІТУ-R P. 2001 можна використовувати при визначенні координаційних відстаней при роботі радіозасобів на однакових частотах.

Список використаних джерел

1. Recommendation ITU-R P.1546-6. Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 4000 MHz . 2019. – 57 с.
2. Recommendation ITU-R P.1411-11. Propagation data and prediction methods for the planning of short-range outdoor radiocommunication systems and radio local area networks in the frequency range 300 MHz to 100 GHz // International Telecommunication Union, 2021. – URL: – <https://www.itu.int/rec/R-REC-P/en>. Recommendation ITU-R P.2001-4. A general purpose wide-range terrestrial propagation model in the frequency range 30 MHz to 50 GHz // International Telecommunication Union, 2021. –57 с. URL: – <https://www.itu.int/rec/R-REC-P/en>.

Клименко Л.А., к.т.н. (УкрДУЗТ)

Седякін І.І., студент (УкрДУЗТ)

ВИКОРИСТАННЯ ВЕБ-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ РОЗРОБКИ САЙТУ ТА ВЕБ-ОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ РОЗКЛАДУ ЗАНЯТЬ

Швидко зростаючий ринок мобільних додатків продовжує завойовувати найрізноманітніші сфери нашого життя. Люди активно використовують мобільні девайси в повсякденному житті, що, безсумнівно, збільшує попит на самі різні додатки для мобільних телефонів. Саме цим пояснюється той факт, що більшість користувачів переходять на мобільні смартфони. Мобільні пристрої - це та технологія, яку люди весь час тримають під рукою, так як з їх допомогою можна вкрай швидко отримати достовірні відомості.

Завдання на розробку проекту: вибір програмних засобів для реалізації додатку, його шаблон та архітектура, написання додатка розкладу пар в середовищі розробки Android Studio, створення серверної частини веб-дodatки на PHP і JavaScript, оформлення дизайну за допомогою мови гіпертекстової розмітки HTML і CSS, створення Адмін-панелі, надання сайту динамічності та сучасності за допомогою бібліотеки jQuery та технології AJAX, після чого провести тестування на локальному сервері Open Server з подальшим розміщенням його на веб-хостинг.

Ця програма має бути розроблена для мобільних пристроїв на платформі Android тим самим не займаючи багато телефонної пам'яті. Зручність його повинна бути в тому, що користувачеві не потрібно було шукати по університету або питати у одногрупників розклад пар, а всього лише завантажити додаток, встановити на пристрій і мати доступ до інтернету.

Для розробки сайту можна виділити такі етапи: виділення завдань, з яких починається розробка сайту, розробка сайту - створення оригінального дизайну сайту, розробка сайту - написання програмного коду, розробка сайту - тестування роботи сайту.

В роботі проведено проектування і виконана програмна реалізація серверної і клієнтської частин додатка розклад пар для Університету, яка надає можливість управління системою Адміністратору. У користувача є можливість перегляду розкладу пар та інформації про викладачів.

Саме тому зроблений додаток можна використати для будь-якого навчального закладу тому, що завдяки ньому можна набагато легше отримати доступ до інформації студенту або

викладачеві. Великим плюсом цього додатку є те що користувачу не потрібно заходити на сайт, а досить всього один раз завантажити його на пристрій.

Список використаних джерел

1. Бородкіна І.Л., Бородкін Г.О. Web-технології та Web-дизайн: застосування мови HTML для створення електронних ресурсів : навч. посіб. / І. Л. Бородкіна, Г. О. Бородкін. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2020. – 212 с.,

2. Трофименко О. Г. Веб-технології та веб-дизайн : навч. посібник / О. Г. Трофименко, О. Б. Козін, О. В. Задерейко, О. Є. Плачінда. – Одеса : Фенікс, 2019. – 284 с.,

3. Федорчук А.Л. Основи web-технологій: Навчально-методичний посібник для студ. вищих навч. закл. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2011. – 100 с.

С.М. Продащук, к.т.н.

Г.В. Шаповал к.т.н.

Квасов П.В., аспірант

УДК 656.213

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕРНОВИХ ТЕРМІНАЛІВ ШЛЯХОМ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАВАНТАЖУВАЛЬНО- РОЗВАНТАЖУВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ SCAN-TO-BIM

Інформаційне моделювання будівлі (building information modeling, BIM) – це технологія оптимізації процесів проектування і будівництва, в основі якої є використання єдиної моделі будівлі та обмін інформацією по будь-якому об'єкту між учасниками, протягом всього життєвого циклу – від задуму власника і перших начерків архітектора до технічного обслуговування готової будівлі [1].

Технологія інформаційного моделювання споруд (BIM) широко використовується багатьма будівельними підприємствами, особливо в секторі АЕС (архітектура, проектування, будівництво). Інформаційна модель споруди й автоматизована система управління спорудою в комплексі – це контроль, моніторинг та оптимізація функціонування інженерних систем споруди для забезпечення оптимальних умов технології роботи при мінімальних витратах за рахунок зниження ймовірності аварійних ситуацій; підвищення рівня

комфорту; економії енергії та ресурсів; підвищення терміну експлуатації [2].

Використання технології Scan-To-BIM дозволяє моделювати завантажувально-розвантажувальні процеси з більшою точністю та ефективністю. До переваг технології Scan-To-BIM можна віднести точність збору даних для аналізу початкових умов, швидкість впровадження процесів моделювання завантажувально-розвантажувальних робіт та можливість використовувати отримані результати у більшості програмних продуктів, які є на ринку [3].

Збір даних розпочинається з лазерного сканування або фотограмметрії зернового терміналу для отримання реальних трьохвимірних даних про його структуру та розташовану поряд інфраструктуру. Ця інформація охоплює розміри терміналу, розташування зернових складів, конвеєри, машини для завантаження та розвантаження та інші деталі. Наступним етапом є створення трьохвимірної BIM-моделі зернового терміналу на основі оброблених даних. Ця модель включає всі розглянуті початкові дані, які були зібрані під час сканування. Після створення BIM-моделі проводиться моделювання процесів завантаження та розвантаження. За допомогою віртуальних сценаріїв, які базуються на BIM-моделі, можна детально вивчити роботу конвеєрів, механізмів підйому та опускання зернових сховищ, а також роботи станцій, що обслуговують під'їзні колії з зерновими терміналами, та інших важливих аспектів технологічних процесів. Фінальний етап – це аналіз та оптимізація технології роботи, які проводяться на основі віртуальних сценаріїв. За їх допомогою вивчаються раціональні параметри технології роботи терміналу, такі як швидкість, потужність, оптимальна кількість та розташування обладнання та робочих станцій, час роботи. Це дозволяє визначити найбільш ефективні стратегії та оптимізувати процеси з метою досягнення найвищої продуктивності та ефективності.

Використання технології Scan-To-BIM і створення BIM моделі є важливим компонентом для підвищення продуктивності та сприяє розвитку сучасної та конкурентоздатної транспортної інфраструктури. Ця інноваційна технологія реформує процеси завантаження, розвантаження та управління іншими технологічними процесами при роботі зернових терміналів.

Список використаних джерел

[1] BIM – інформаційне моделювання будівель (Building Information Modeling). URL:

<https://www.maxzsim.com/bim-informatsiinie-modieliuvannia-budiviel/>

[2] Трач Р.В. Інформаційне моделювання в будівництві (BIM): сутність, етапи становлення та перспективи розвитку // Електронне наукове видання «Глобальні та національні проблеми економіки». – 2017. – 16. URL: <http://global-national.in.ua/archive/16-2017/99.pdf>

[3] Технологія BIM: для чого вона потрібна та як вплине на будівництво – Погляди – GMK Center. URL: <https://gmk.center/ua/opinion/tehnologiya-bim-dlya-chogo-vona-potribna-ta-yak-vpline-na-budivnictvo/>

О.І. Семененко,

Ю.О. Семененко

УДК 621.331

ТРИФАЗНИЙ АКТИВНИЙ ФІЛЬТР-СТАБІЛІЗАТОР ПЕРЕТВОРЮВАЛЬНОГО АГРЕГАТУ ТЯГОВОЇ ПІДСТАНЦІ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Вступ. Ефективне функціонування системи тягового електропостачання постійного струму при зростанні швидкостей та вантажопотоків залежить від вирішення проблеми підвищення якості енергії живлення електричного рухомого складу та покращення електромагнітної сумісності тягової мережі та ліній залізничної автоматизації, сигналізації, блокування і зв'язку. До того ж, реалізація швидкісного руху на ділянках мереж постійного струму потребує забезпечення необхідного рівня напруги на струмоприймачах електричного рухомого складу не нижче 2,9 кВ, що досить складно гарантувати при існуючому обладнанні тягових підстанцій. Для якісної фільтрації та підтримання вихідної напруги тягових підстанцій на заданому системою автоматизованого керування електропостачанням ділянки залізниці рівні було запропоновано застосовувати у перетворювальних агрегатах активний фільтр-стабілізатор послідовного типу [1-2].

Основна частина дослідження. Активний фільтр-стабілізатор може бути використаний для перетворювальних агрегатів як з шестипульсними (рис. 1), так і з дванадцятипульсними випрямними установками (ВУ) з вихідною напругою u_v в межах 3300÷3500 В. Такий діапазон напруги необхідний для підтримання напруги на струмоприймачах електричного рухомого складу не нижче допустимого при змінах в широкому діапазоні струму і падіння напруги в тяговій мережі.

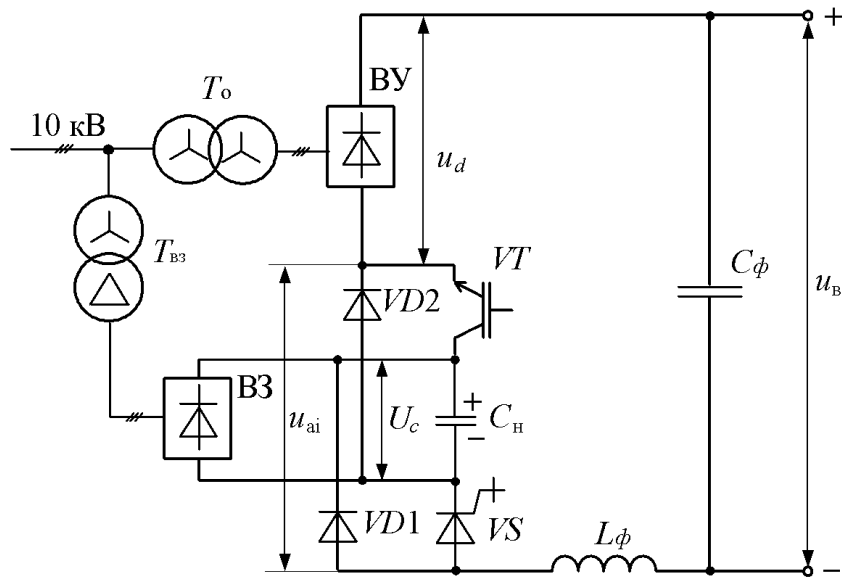


Рис. 1. Схема перетворювального агрегату тягової підстанції з активним фільтром-стабілізатором

Підвищення якості вихідної напруги перетворювального агрегату при обмежених розмірах вихідного аперіодичного LC фільтра може бути досягнене підвищенням частоти модуляції у активному фільтрі-стабілізаторі. Для цього потрібно застосувати в ньому ключі на IGBT з високими частотними властивостями, що досить суттєво

підвищить вартість. Іншим шляхом є використання багатофазної схеми перетворювача, в якій силові транзисторні ключі працюють із зсувом в часі T_n/n , де n – кількість фаз. Варіант такої структури активного фільтра-стабілізатора представлений на рис. 2.

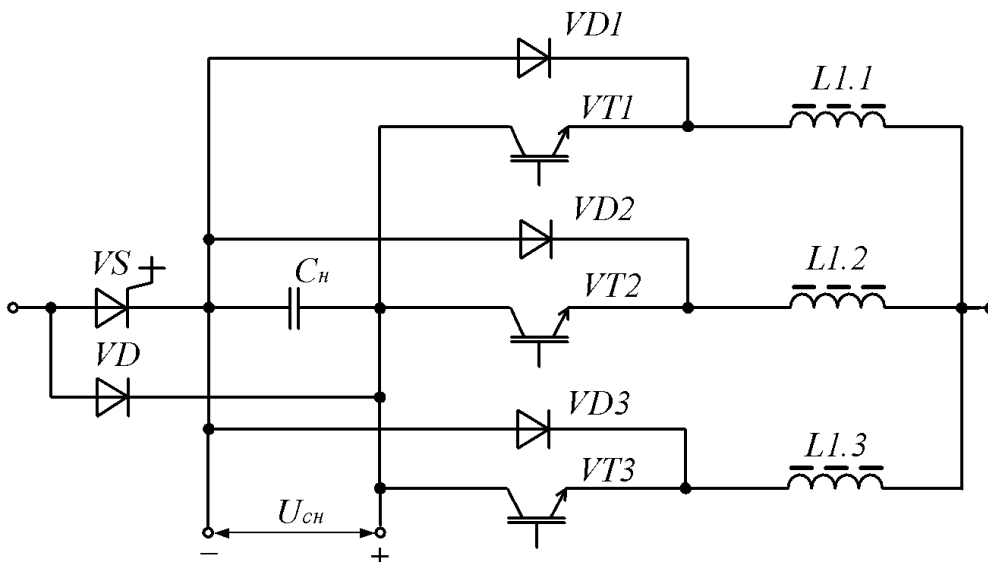


Рис. 2. Трифазна структура активного фільтра-стабілізатора

З урахуванням номінального вихідного струму перетворювального агрегату, який складає 3150 А, у схемі активного фільтра-стабілізатора все рівно потрібно декілька паралельно увімкнених IGBT, тому застосування трьох транзисторів VT1-VT3 у трифазній структурі суттєво не вплине на масу

та габаритні розміри конструкції та вартість перетворювача.

Висновки. Застосування трифазного активного фільтра-стабілізатора надає можливість значно підвищити частоту модуляції, що забезпечить

покращення якості вихідної напруги перетворювального агрегату.

Список використаних джерел

1. Семененко О.І. Активний фільтр-стабілізатор для випрямної установки тягової підстанції / О.І. Семененко, Ю.О. Семененко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті – Харків: УкрДАЗТ. – 2016. – №4(119). – С. 29-33.

2. Патент на винахід № 127045 Україна, МПК Н02М 1/14, Вольтододатковий перетворювач для активної фільтрації та стабілізації вихідної напруги перетворювального агрегату постійного струму / Семененко О.І., Семененко Ю.О., Супрун О.Д., Одегов М.М.; заявник і власник патенту на винахід Український державний університет залізничного транспорту. – № а202102611; заяв. 18.05.2021; опубл. 22.03.2023, Бюл. № 12.

О.М. Харламова¹, к.т.н

П.О. Харламов, к.т.н.

УДК 330.565.(477)

ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА ЗАЛІЗНИЦІ: ТРАНСФОРМАЦІЙНА ПАРАДИГМА НА ТРАНСПОРТІ

Впровадження систем штучного інтелекту (AI) у залізничні мережі знаменує собою революційний прогрес у сфері транспорту. У світі, який все більше залежить від технологічних рішень, залізничний сектор зробив значні кроки в напрямку використання потенціалу штучного інтелекту для перегляду операційних стратегій. Ця інтеграція є не просто розширенням існуючих можливостей, а радше еволюційним стрибком, який змінює всю парадигму залізничного транспорту.

Застосування систем штучного інтелекту на залізницях за своєю суттю базується на потужності аналітики даних. Конвергенція AI та аналізу даних створює динамічну синергію, здатну оптимізувати різні аспекти роботи залізниці. Аналізуючи величезні обсяги даних, створених у залізничній екосистемі, системи штучного інтелекту пропонують потенціал для вдосконалення та оптимізації важливих компонентів, починаючи від планування маршруту до прогнозування попиту, і від систем управління до операційної оптимізації [1].

Трансформаційний вплив штучного інтелекту на планування маршрутів є одним із його найсуттєвіших внесків у залізничну галузь. Ці системи, використовуючи історичні дані та дані в реальному часі, можуть пропонувати та виконувати більш ефективні та ефективні структури маршрутів.

Аналіз враховує безліч змінних, таких як умови колії, схеми руху та графіки технічного обслуговування. У результаті це підвищує швидкість і надійність транспортування, одночасно значно покращуючи використання ресурсів.

Прогнозування попиту за допомогою штучного інтелекту є ще однією важливою сферою формування залізничного сектору. Використовуючи прогнозні алгоритми, ці системи точно прогнозують попит на пасажирські та вантажні перевезення. Ця можливість прогнозування дає змогу операторам більш ефективно розподіляти ресурси, точно задовольняючи очікуваний попит. Така точність у розподілі ресурсів мінімізує витрати, оптимізує дохід і сприяє підвищенню надійності послуг [2].

Крім того, застосування систем штучного інтелекту значно покращує управління роботою залізниці. Автоматизація адміністративних та оперативних завдань суттєво зменшує похибку та підвищує загальну ефективність. Від планування до планування технічного обслуговування, інтеграція штучного інтелекту революціонує виконання цих завдань, оптимізуючи процеси та підвищуючи заходи безпеки.

Потенціал для інновацій та розвитку AI в залізничному секторі величезний і постійно розширюється. Однією з новаторських меж є потенціал для автономних поїздів, керованих алгоритмами AI. Ці потяги, створені за допомогою AI, можуть оптимізувати швидкість і ефективність, забезпечуючи при цьому максимальну безпеку за допомогою аналізу даних у режимі реального часу та прийняття рішень [3].

Синергія між AI та Інтернетом речей (IoT) ще більше посилює цей трансформаційний вплив. Інтеграція датчиків і прийняття рішень на основі даних у залізничну інфраструктуру оптимізує продуктивність і обслуговування залізничних мереж. Дані датчиків у режимі реального часу дозволяють здійснювати прогнозне технічне обслуговування, значно скорочуючи час простою та сприяючи економії коштів і більш ефективній роботі.

Підсумовуючи, інтеграція систем AI в залізничні мережі означає монументальний стрибок вперед у транспортній галузі. Поєднання AI та аналізу даних пропонує платформу для трансформаційних інновацій, що веде до підвищення операційної ефективності, вдосконаленого планування маршрутів, точного прогнозування попиту та покращення загального управління. Глибокий вплив штучного інтелекту на оптимізацію та революцію в роботі залізниці вказує на його потенціал як наріжного каменю для майбутнього транспортного сектору [4].

Майбутні наслідки інтеграції AI в залізничному секторі багатообіцяючі. Постійна

розробка та вдосконалення алгоритмів AI має потенціал для подальшого вдосконалення заходів безпеки, підвищення ефективності роботи та пропозиції інноваційних рішень для мінливих вимог сучасного транспорту.

Продовження досліджень і розробок у цій галузі сприятимуть реалізації повного потенціалу штучного інтелекту на залізницях, сприяючи майбутньому, де технології та транспорт плавно поєднуються для створення більш ефективної, надійної та безпечнішої залізничної мережі.

Список використаних джерел

- [1] Lüber, K. (2023) Smart factories in German industry. Retrieved from https://www.deutschland.de/en/topic/business/artificial-intelligence-industry-40-smart-factories?gclid=Cj0KCOiAjMKqBhCgARIsAPDgWlyFFU4uVpdN5Ifjh3Zmve4zel7Ax9QExCD6opkJZDxiDUP-F1shvxMaAmiPEALw_wcB [in English]. (2023, June, 17)
- [2] Why railway transport needs artificial intelligence (AI). Retrieved from <https://www.globalrailwayreview.com/article/140121/why-railway-transport-needs-artificial-intelligence-ai/> [in English]. (2022, December, 15).
- [3] Research and Innovation Keeps AI on the Right Track. Retrieved from <https://rail-research.europa.eu/news/research-and-innovation-keeps-ai-on-the-right-track/> [in English]. (2023, May, 15).
- [4] Bešinović, N. et al (2021). Artificial Intelligence in Railway Transport: Taxonomy, Regulations and Applications. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/356665216_Artificial_Intelligence_in_Railway_Transport_Taxonomy_Regulations_and_Applications

*Shapoval G., Associate Professor, Ph.D.,
Kushnir T., postgraduate
Sukhariev O., master USURT*

PECULIARITIES OF ORGANIZING CARGO TRANSPORTATION IN INTERNATIONAL CONNECTIONS UNDER INTEROPERABILITY CONDITIONS

One of the fundamental features of the railway system, unlike other modes of transportation, is the interdependence between infrastructure and rolling stock. Interoperability issues are associated with differences in track gauge, train length, dimensions, national legislation, and more.

Ukraine's railway infrastructure utilizes a track gauge of 1520 mm, while the European Union (EU) employs a gauge of 1435 mm. Technical Regulations of the EU are exclusively developed for the 1435 mm railway system, and standards for the 1520 mm system are not adopted at the EU level.

The main problems in organizing international cargo transportation include:

- imperfect cargo control system at the border;
- significant costs associated with customs brokers and inspection services;
- low cargo delivery speed;
- outdated technical equipment.

This necessitates significant changes in cargo transportation services by reducing train waiting times at borders. This issue has become particularly relevant due to the imposition of a martial law.

Due to restrictions on the access of 1520 mm gauge wagons on 1435 mm gauge railways in terms of dimensional and speed characteristics, border stations employ transshipment technologies. Cargo transshipment is a costly operation with significant risks to the rolling stock.

A more promising technology involves transferring wagons from one gauge width to another. Until recently, such technology was not widely used, and the existing infrastructure at border stations was utilized only at 20-30% of its actual capacity. Recent events in Ukraine and the world have led to a significant increase in the railway's interest in this technology. A drawback of this technology is its high labor intensity, the presence of a significant number of manual operations, and a high risk of industrial accidents.

A significant problem in international transportation is the inspection of cargo by various control authorities, leading to additional delays in the movement of rolling stock at international crossings. The main cause of delays arises from improperly completed transport or permitting documents by shippers or forwarders and non-compliance with legal requirements. Additionally, delays can be caused by conventional restrictions, delays due to customs or the occupation of transshipment or wagon exchange points. To address some of these issues, more accurate forecasting of transportation volumes and timely adjustment of the capacity of transshipment points may be applied.

The main factors affecting the time spent by freight wagons in international transportation at border stations include:

- malfunction of mechanization tools and their insufficient availability during peak cargo arrival for transshipment;
- occupied transshipment tracks due to uneven arrival of cargo for transshipment;
- untimely submission of wagons to transshipment points and their removal after

transshipment, waiting for the completion of subsequent operations;

- waiting for the arrival of empty wagons of a different gauge width;

- waiting for conductors to accompany the cargo;

- waiting for the departure of isothermal rolling stock.

The primary challenge facing border stations in interoperability conditions is the lack of local interaction between customs, railways, and declarants. This, in turn, leads to uncoordinated actions regarding the timely submission of wagons for customs inspection, the provision of a complete set of necessary documents for customs clearance, and the timing of control procedures. The result is delays in international wagon flows at border stations and crossing points.

Thus, there is a need to ensure the liberalization of the international railway transportation market based on equal access to railway infrastructure and competition among carriers, introducing mechanisms for allowing carriers of various ownership forms into the railway transportation market, and ensuring the compatibility of the national transportation system with the global multimodal transportation network.

References

1. Commission regulation (EU) 1299/2014 of 18 November 2014 on the technical specifications for interoperability relating to the «infrastructure» subsystem of the rail system in the European Union. – Access mode: <http://data.europa.eu/eli/reg/2014/1299/oj>.

2. Directive (EU) 2016/797 of the European Parliament and of the Council of 11 May 2016 on the interoperability of the rail system within the European Union. - Access mode: <http://data.europa.eu/eli/dir/2016/797/oj>.

*Брикін В. О., к.т.н.
Сорокін В. Г., студент
(УкрДУЗТ)*

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ПОСАДКОЮ ДРОНА З ВИКОРИСТАННЯМ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДАТЧИКА

Зростання використання дронів [1] в військових та цивільних галузях вимагає розробки систем управління, які можуть забезпечити в тому числі безпечну, швидку та точну посадку.

Для забезпечення режиму посадки дрона використовуються системи GPS-посадки, візуального сприйняття, лазерного визначення

відстані, ультразвукові системи. Кожна з систем має свої переваги та недоліки [2, 3].

Перевагами системи GPS-посадки є висока точність геолокації та навігації, здатність до автономної посадки на певних GPS-координатах, ідеально підходить для відкритих просторів та великих висот. Але ж недоліками є неспроможність працювати в областях з поганим сигналом GPS де низька точність та велика вертикальна швидкість посадки, що може призвести до пошкодження дрона.

Перевагами системи візуального сприйняття є здатність до посадки в обмежених просторах і закритих приміщеннях, оскільки вони використовують камери та сенсори, можливість точної вертикальної посадки, висока стійкість до змін у середовищі. Але ж недоліками є обмежена дальність інфрачервоного та візуального сприйняття, що обмежує використання в погані погодні умови або в областях з низькою видимістю, потребує чіткої видимості об'єктів для навігації та посадки.

Також є системи лазерного визначення відстані, які мають високу точність та широкий діапазон вимірювань відстані, добра працездатність у різних умовах та на різних типах поверхонь, можливість використання на протязі тривалого періоду без значних втрат функціональності чи необхідності заміни батареї. Але ж вони вимагають більше енергії та обладнання, ніж ультразвукові системи та мають вищу вартість.

Перевагами ультразвукової системи є висока точність вимірювання відстані в реальному часі, добра працездатність у закритих приміщеннях та при низьких висотах, можливість додаткової безпеки при автономних польотах. Але ж недоліками є залежність від властивостей поверхні, на яку спрямований ультразвуковий сигнал, обмежена дальність дії (зазвичай декілька метрів), вплив на точність вимірювань сторонніх звуків, нерівності поверхні та інших перешкод.

Використання ультразвукового та барометричного датчиків разом з штучним інтелектом (ШІ) дозволяє досягти високої точності заміру відстані, аналізувати дані з датчиків, що дає можливість оптимізувати процес посадки, зробивши її більш швидкою, менш енерговитратною та більш надійною.

Використання ШІ та інтернету речей (ІоТ) дозволяє розробити систему управління, яка може працювати в автономному режимі без постійного втручання оператора. Це дає змогу дрону самостійно приймати рішення, аналізувати дані з ультразвукового та барометричного датчиків та взаємодіяти з іншими пристроями чи системами ІоТ для отримання додаткової інформації або керування.

Системи управління посадкою дрона з використанням ультразвукового та барометричного датчиків, ШІ та IoT відкривають шлях до розробки нових технологій та можливостей. Це можуть бути вдосконалення управління, розширення функціональності, підвищення надійності та впровадження нових додаткових функцій, таких як автономна посадка на рухомому об'єкті.

Отже, система управління посадкою дрона з використанням ультразвукового датчика за допомогою методів ШІ та засобів IoT є актуальною технологією, що відповідає вимогам безпеки, точності та розвитку ринку дронів. Це відкриває шлях до інноваційних рішень та покращення функціональності системи управління посадкою дрона, забезпечуючи його ефективне використання у різних галузях.

Список використаних джерел

1. Drone Market Size, Share & Industry Insight By 2033 - Fact.MR. URL: <https://www.factmr.com/report/62/drone-market#:~:text=The%20global%20drone%20market%20size,of%20the%20aforementioned%20forecast%20per%20year> (Last accessed: 15.10.2023).

2. Landing Drones - The Last 10 Feet Problem. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/landing-drones-last-10-feet-problem-achal-negi> (Last accessed: 21.10.2023).

3. Systems and methods for landing a drone on a moving base URL: <https://patents.google.com/patent/WO2018071106A1/en> (Last accessed: 25.10.2023).

*Д. Ломотько, д.к.н., проф.,
О. Афанасова, аспірант
Д. Ковальов, аспірант
(УкрДУЗТ)*

УДК 656.223

МЕТОДОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТ ВЗАЄМОДІЇ ВИДІВ ТРАНСПОРТУ В ПУНКТАХ ПЕРЕВАЛКИ ПІД ЧАС ІНТЕРМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Ключові слова: інтермодальне перевезення, взаємодія видів транспорту, вантажопотоки, логістична система, моделювання інтелектуальних транспортних систем, синергетичний ефект

Одним із основних напрямків розвитку залізничного транспорту та забезпечення його

конкурентоспроможності на ринку транспортно-логістичних послуг є вдосконалення технології перевізного процесу та взаємодії залізничного з іншими видами транспорту. Розвиток змішаних, комбінованих та інтермодальних способів перевезення дозволяє ефективно використовувати вигідні функції та властивості різних засобів транспорту. Раціональне їх використання дозволить зменшити витрати власників вантажу на перевезення вантажів, підвищить прибуток і стійкість функціонування всього транспортного комплексу в цілому. У теперішній час введення воєнного стану це є важливим актуальним питанням.

Координоване та ефективне управління вантажними перевезеннями за участю суміжних видів транспорту можливе при створенні єдиного органу оперативного управління всім перевізним процесом, впровадженні розгалуженої системи логістичних центрів.

Багатотранспортна логістична система управління вантажопотоками забезпечить безперешкодне проходження вантажів через пункти стику транспортних вузлів, оптимізацію перевізного процесу за участю декількох видів транспорту, прискорення просування зовнішньоторговельних вантажів у міжнародних транспортних коридорах з максимальним використанням можливостей усіх видів транспорту.

Один із основних напрямів удосконалення технології взаємодії видів транспорту полягає у створенні математичної моделі відповідних технологічних процесів з позиції системного підходу. Запропонована модель оптимізації вантажопотоків дозволяє отримати раціональну технологію транспортування вантажів із мінімальною вартістю перевезень та максимізацією синергетичного ефекту в системі. Дана модель має практичне значення для різних способів та схем перевезення за участю кількох видів транспорту.

Подальший розвиток у формалізації технології взаємодії видів транспорту полягає в отриманні варіантів маршруту проходження вантажу, а також прогнозного часу прибуття в пункт призначення з урахуванням пропускну здатності ділянок, їх довжини та характеристик траси. Це можливо після погодження вибору траси та кількості учасників перевезення та враховується під час ідентифікації вихідних даних про час відправлення зі станції, категорії поїзда, параметрів рухомого складу та іншої логістичної інформації.

Практичне використання результатів моделювання можливе у складі комплексу моделей, які у вигляді програмних продуктів можуть бути інтегровані як в автоматизованих робочих місцях оперативних працівників, так і на поїзних диспетчерських ділянках, полігонах, залізницях, у

рамках єдиного інформаційно-керуючого простору з можливим використанням стандартів UN / EDIFACT. Наступним кроком може бути створення єдиної інформаційно-керуючої системи інтелектуальної транспортної системи декількох видів транспорту в межах логістичного ланцюга постачання.

Список використаних джерел

- [1] Lomotko, D., Ohar, O., Kozodoi, D., Barbashyn, V., Lomotko, M. (2023). Efficiency of “Green” Logistics Technologies in Multimodal Transportation of Dangerous Goods. Smart Technologies in Urban Engineering. STUE 2022. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 536. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-20141-7_74
- [2] Логістика в умовах бойових дій: зміна ланцюгів постачання. URL: <https://buduysvoe.com/publications/logistyka-v-umovah-boyovyh-diy-zmina-lancyugiv-postachannya>
- [3] Науково-технічні дослідження у галузі транспорту: колективна монографія / за заг. ред. Д.В. Ломотька. – Академія технічних наук України. – Івано-Франківськ

*І. Ковтун, к.т.н., доцент
(УкрДУЗТ)*

УДК 621.391

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ СЕГМЕНТАЦІЇ ТА ВИЯВЛЕННЯ ОБ'ЄКТІВ НА ЗОБРАЖЕННІ В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ ДЛЯ БЕЗПЕКИ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

З розвитком залізничної індустрії, інформатизації суспільства та автоматизації багатьох технологічних процесів з'являється можливість створення апаратно-програмних комплексів автоматичного управління, діагностики та безпеки руху локомотивів. Для створення подібної системи потрібна підсистема безпеки, яка дозволить виявляти сторонні об'єкти на шляху прямування залізничного складу, а також розриви самого залізничного полотна не лише для швидкої зупинення складу, щоб уникнути аварій, але також для забезпечення оперативного реагування на усунення джерел аварійних ситуацій.

Можна виділити два основних завдання під час реалізації підсистеми безпеки:

1) необхідно чітко виділяти межі залізничного полотна;

2) визначати об'єкти, що знаходяться на зображенні.

Для вирішення першого завдання підходять методи сегментації зображення, а системи виявлення об'єктів на відео в реальному часі дозволяють вирішити друге завдання. Сегментація зображень та побудова систем розуміння зображень у реальному часі є ключовими елементами в інформатизації та автоматизації багатьох галузей, зокрема й у галузі залізничних перевезень. Таким чином, актуальним завданням є аналіз та вибір відповідних моделей та систем.

В рамках даної роботи були досліджені та вивчені методи сегментації зображень та обраний найкращий метод, відповідний задачі – виділення залізничної смуги на зображенні шляхом його сегментування. Найкращим методом було визнано використання нейронних мереж для сегментації, оскільки вони дозволяють виділяти заздалегідь навчені об'єкти на всьому зображенні. Також проведено огляд згорткових нейронних мереж, призначених для виявлення об'єктів у потоці відео в реальному часі та проаналізовано алгоритми роботи.

Список використаних джерел

1. Zhou X., Wang D., Krähenbühl P. “Objects as points,” 2019. arXiv:1904. 07850. [URL]. Доступ: <http://arxiv.org/abs/1904.07850>
- 2 Wei Liu, Dragomir Anguelov, Dumitru Erhan, Christian Szegedy, Scott Reed, Cheng Yang Fu, and Alexander C Berg. SSD: Single shot multibox detector. In Proceedings of the European Conference on Computer Vision (ECCV), 2016, 21-37.
3. Jiaqi Wang, Kai Chen, Shuo Yang, Chen Change Loy, and Dahua Lin. Region proposal by guided anchoring. In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2019, 2965-2974

*В. Кулешов, к.т.н., доцент
В. Кітаєв
В. Ладигін
(УкрДУЗТ)*

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПАРКОМ ВАГОНІВ РІЗНИХ ВЛАСНИКІВ

При жорсткій конкуренції на ринку транспортних послуг збільшуються вимоги до якості транспортного обслуговування. Тому необхідно

використовувати сучасні інформаційні технології [1]. В Україні зараз використовується парк вантажних вагонів різних власників. Вагонний парк операторських компаній-власників рухомого складу в Україні до 2022 р. складає близько 41 тис. вагонів. Інвентарний парк - 5,2 тис. вагонів. Приватний парк на балансі регіональних філій - 13,7 тис. вагонів. Приватний парк на балансі вагонних компаній УЗ - 99,3 тис.вагонів, у т.ч.: під управлінням ЦТЛ 75,8 тис. вагонів; не під управлінням ЦТЛ 9,8 тис. вагонів.

Модель організації перевезень Canadian National Railway (CN) виконується програмою Intermodal Excellence (IMX), яка надає під відправлення вагони, замовляє поїзд, виділяє для нього нитку графіка, резервує перероблювальну спроможність на терміналах. Це дозволяє прискорити обіг вагонів, зменшити число переробок і забезпечити краще використання рухомого складу [2].

В ряді досліджень розглянуті окремі важливі питання організації технологічних маршрутів з місць навантаження та з оптимального составоутворення на технічних станціях; розглянуті умови сервісу перевезень, дотримання терміну доставки вантажів [2-4]. Однак, розробки ще не дозволяють домогтися інтеграції всієї управлінської, фінансової і технічної інформації за відсутністю єдиного інформаційного простору комплексів задач управління перевезеннями у власних та орендованих вагонах.

Пономерний облік вагонів на залізницях України ведеться у Єдиній автоматизованій системі керування вантажними перевезеннями на залізничному транспорті України (АСК ВП УЗ-Є) через ВМЗ (вагонні моделі залізниць) та вагонну модель України, які передбачають оперативне слідування за вагонами різних власників, а також ведення архіву вагонів, в якому зберігається інформація про всі операції з вагонами, стан технічних засобів залізниць та операторів перевезень за визначений період часу.

Моделювання формування і руху поїздів операторських компаній ґрунтується на виборі ниток графіку різних дільниць та їх тарифної оцінки з метою оптимального забезпечення потреб у перевезенні. Підсистема працює на технічних та загальносистемних програмних засобах АСК ВП УЗ-Є (див. рис. 1). Де АБДПВ - автоматизований банк даних парку вантажних вагонів; АРМ-ТВК - автоматизована система оформлення перевізних документів; АС УППВ - система управління пересилкою порожніх вагонів; АС Месплан - автоматизована система документообігу замовлень на перевезення вантажів і формування планів; СВР-Є - сервер застосувань з вантажної роботи АСК ВП УЗ-Є.

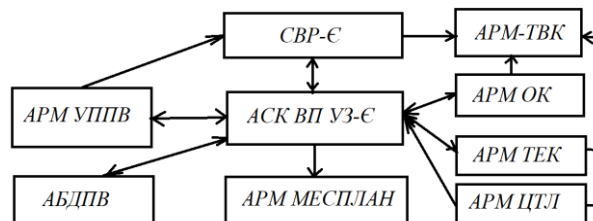


Рис. 1 Схема функціонування клієнтського середовища в умовах АСК ВП УЗ-Є

Доступ до даних забезпечуються засобами ВЕБ-порталу Укрзалізниці. АС УППВ базується на інформації про дислокацію та технічний стан порожніх власних вагонів парків різних власників з вагонної моделі АСК ВП УЗ-Є та на даних електронного замовлення на перевезення вантажу з моделі планування АСК ВП УЗ-Є.

Системи управління пересилкою порожніх вагонів парків під керуванням операторських (ОК), транспортно-експедиційних (ТЕК) компаній або ЦТЛ для оперативного забезпечення заявок на перевезення вантажу виконується для оптимізації виробничих процесів залізничного транспорту та впровадження нових бізнес-технологій.

Метою автоматизованої системи управління пересилкою порожніх вагонів парків є розпочати процес планування забезпечення вагонним парком для організації перевезення на етапі вивантаження вагону з-під попереднього рейсу. За рахунок цього зменшаться витрати на пересилку порожніх вагонів різних власників після вивантаження.

Мета автоматизованої системи вантажних перевезень парком вагонів різних власників - максимально зменшити коефіцієнт порожнього пробігу вагону, завдяки використанню в автоматизованому режимі даних електронної заявки на перевезення вантажу. Оскільки, чим нижчий цей показник, тим краще використовується вагон.

Список використаних джерел

1. Транспортна стратегія України на період до 2030 року. Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30 травня 2018 р. № 430-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80#Text> (дата звернення: 12.10.2023).
2. Данько М. І., Кулешов В. В. Визначення парку вагонів операторських компаній для забезпечення перевезень вантажів залізничним транспортом. *Зб. наук. праць УкрДАЗТ*, 2004. Вип. 57. С. 121-128.
3. Данько М.І., Кулешов В.В., Ломотько Д.В. Удосконалення організаційно-технологічної моделі

використання вантажних вагонів різної форми власності на залізницях України. *Зб. наук. праць УкрДАЗТ*, 2012. Вип. 129. С. 5-12.

4. Sathaporn Opasanon, Songyot Kitthamkesorn Border crossing design in light of the ASEAN Economic Community: Simulation based approach. *Transport Policy*. Vol. 48, 2016. P. 1-12.

Шапкин А.С., Шапкин В.А. Математические методы и модели исследования операций. 5 изд. М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2009. 400 с.

СПИСОК АВТОРІВ

A-Z

| | |
|------------------|---------|
| Buriak S. Yu. | 3 |
| Gevorkyan E. S. | 17 |
| Gololobova O. O. | 3 |
| Hordiienko D. A. | 15,17 |
| Kitov A. | 63 |
| Komarova H.L. | 4 |
| Kushnir T. | 69 |
| Lazarieva N. | 49 |
| Lazarieva O. | 49 |
| Lysechko V. | 63 |
| Mezitis M. | 27 |
| Morozov O. V. | 4 |
| Morozova O.M. | 4 |
| Nerubatskyi V.P. | 4,15,17 |
| Pastushenko V. | 10 |
| Perets K. | 9 |
| Plakhtii O. A. | 15 |
| Sadovnykov B. | 9 |
| Shapoval G. | 69 |
| Sukhariev O. | 69 |
| Syvolovskyi I. | 10 |
| Trubchaninova K. | 27 |
| Voloshyna L.V. | 4 |
| Zhuchenko O. | 9 |
| Zbigniew Łukasik | 26 |

A

| | |
|----------------|----------|
| Акименко Д. О. | 48 |
| Ананьєва О.М. | 50,57,58 |
| Ануфрієв К.Г. | 43 |
| Афанасова О. | 71 |

Б

| | |
|----------------|-------------|
| Брискін В.О. | 6,70 |
| Бутенко Т.В. | 21 |
| Бабаєв М. М. | 57,58 |
| Бібік С.І. | 58 |
| Бунчуков О.А. | 59 |
| Бутенко В.М. | 20,21,22,23 |
| Бантюков С.Є. | 19 |
| Бантюкова С.О. | 19 |

В

| | |
|------------------|----|
| Вардідзе О.М. | 46 |
| Водолажська А.А. | 52 |
| Воронець В.М. | 26 |

Г

| | |
|-----------------|-------|
| Галайчук Ю.В. | 38 |
| Гарбузов Д.С. | 13 |
| Герцій О.А. | 59 |
| Гієвський Д.О. | 30 |
| Головко О. В. | 23,24 |
| Гордієнко Д. А. | 14 |
| Гриценко Н.В. | 2 |

Д

| | |
|-----------------|-------|
| Давиденко М. Г. | 57,58 |
| Давидов О.О. | 48 |
| Долгополов П.В. | 25 |
| Доценко С.І. | 44 |
| Дудник Д.О. | 36 |

Є

| | |
|-----------------|----------|
| Єлізаренко А.О. | 61,62,64 |
| Єлізаренко І.О. | 64 |

Ж

| | |
|--------------|----|
| Жиленко Х.О. | 29 |
| Жученко О.С. | 44 |

З

| | |
|---------------|----|
| Зайченко Н.С. | 36 |
| Зайченко О.Б. | 36 |
| Земськов М.В. | 45 |
| Змій С.О. | 51 |

І

| | |
|-------------|------|
| Індик С. В. | 4,44 |
|-------------|------|

К

| | |
|-----------------|-------------|
| Каргін А.О. | 30,31,32,33 |
| Квасов П.В. | 66 |
| Кім К.В. | 52 |
| Клименко Л.А. | 65 |
| Коваленко В.І. | 34 |
| Коваленко Г. І. | 48 |
| Ковальов Д. | 71 |

ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧІ СИСТЕМИ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

| | | | |
|-------------------|----------|-------------------|-----------|
| Козодой Д.С. | 2 | Приходько С.І. | 55 |
| Колісник А.В. | 36 | Продашук С.М. | 52, 66 |
| Корольова Н.А. | 64 | Прокопенко О. Є. | 44 |
| Кривуля Г.Ф. | 13 | | |
| Крикун С.А. | 43 | С | |
| Крощенко Д.О. | 36 | Сведюк Р.Р. | 36 |
| Кузьменко Р.С. | 31 | Седоченко О.О. | 47 |
| Кустов В.Ф. | 12 | Седакін І.І. | 65 |
| Ковтун І.В. | 72 | Семененко О.І. | 67 |
| Кулешов В.В. | 72 | Семененко Ю.О. | 67 |
| Кітаєв В.П. | 72 | Серков О.А. | 26 |
| | | Ситнік Б.Т. | 56 |
| Л | | Ситнік Б.Т. | 6 |
| Лагута В. В. | 8 | Сіконенко Г.М. | 27 |
| Лебедько І. О. | 21 | Сілівьорстов В.С. | 62 |
| Лебедєва К.А. | 50 | Сілін А.О. | 32 |
| Ломотько Д. | 71 | Сіяльський В. А. | 5 |
| Ляшенко В.М. | 53 | Слободянюк О. П. | 5 |
| Ладигін В.І. | 72 | Слюсар О. П. | 48 |
| | | Соколов А. К. | 22 |
| М | | Сорокін В. Г. | 70 |
| Макогон Р.Р. | 58 | Сотник В.О. | 59 |
| Малахова О.А. | 29 | Срусевич Ю.В. | 58 |
| Машуренко Т. М. | 5 | Стрелко О.Г. | 58 |
| Мірошник А. М. | 36,56 | Сумцов А.Л. | 34,43 |
| Мірошник М. А. | 36,38,39 | | |
| Мойсеєнко В.І. | 22 | Т | |
| Мороз С.М. | 27 | Токарев В.В. | 13 |
| Мошенко С.В. | 25 | Трубчанінова К.А. | 26 |
| Музикін М.І. | 54 | | |
| | | У | |
| Н | | Устенко О.В. | 42 |
| Назаров Ю.Ю. | 34 | Ушаков М.В. | 51 |
| Нерубацький В. П. | 14 | | |
| Нестеренко Г.І. | 54 | Х | |
| Нюнько Р.А. | 45 | Харламов П.О. | 69 |
| | | Харламова О.М. | 69 |
| О | | | |
| Онiшко К.М. | 29 | Ч | |
| | | Чорноштан С.В. | 33 |
| П | | | |
| Павленко О.С. | 29 | Ш | |
| Павлов В.І. | 42 | Шалівська Т.С. | 25 |
| Панченко В. В. | 57,58 | Шандер О.Е. | 45, 46,47 |
| Перець К. Г. | 44 | Шаповал Г.В. | 66 |
| Пешнін В.О. | 45 | Шафранський А.В. | 39 |
| Підхлібний В.В. | 54 | Штомпель М.А. | 55,56 |
| Попов М.Д. | 29 | | |
| Попов О.І. | 61 | | |
| Прилипко А.А. | 50, 51 | | |
| Примаченко Г. О. | 5 | | |

Я

| | |
|------------|----|
| Яхно В.В. | 47 |
| Яхно О.М. | 46 |
| Яцько С.І. | 53 |