ТЕЗИ СТЕНДОВИХ ДОПОВІДЕЙ ТА ВИСТУПІВ УЧАСНИКІВ КОНФЕРЕНЦІЇ

HIGHLIGHTS OF REPORTS AND PRESENTATIONS OF PARTICIPANTS TO THE CONFERENCE

Трубчанінова К. А., д.т.н., доцент,
Ткаченко Є. М., Зіненко О. В., студенти
(УкрДУЗТ)

МЕТОДИ КОМПЕНСАЦІЇ НЕЛІНІЙНИХ СПОТВОРЕНЬ В ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ ЛІНІЯХ ЗВ'ЯЗКУ

Досліджуються методи компенсації нелінійних спотворень в волоконно-оптичних лініях зв'язку. До першого типу можна віднести різні формати модуляції і кодування, які формують сигнали таким чином, щоб при проходженні по оптичному каналу вони були менше схильні до нелінійних ефектів. До другого підходу можна віднести цифрову обробку сигналу, виконувану в приймачі лінії зв'язку і компенсуючу нелінійні спотворення шляхом чи лінійних або нелінійних операцій над прийнятими символами [1].

Проведено аналіз впливу нелінійності на статистику символьних помилок при передачі 16-QAM сигналів по оптичних лініях зв'язку. Була реалізована схема адаптивної модуляції, яка за поточним розподіленням помилок змінює ймовірність попадання символів на кожен з кіл сигнального сузір'я так, щоб зменшити число переданих помилок. Для даної схеми знайдена залежність між ступенем зниження коефіцієнта символьних помилок і надмірністю в потоці даних [2]. Для схеми адаптивної модуляції продемонстровано значне підвищення якості передачі даних при збільшенні надмірності повідомлення. Також показана можливість збільшення дальності поширення сигналів при збереженні того ж рівня помилок у разі використання адаптивного модулятора. Обґрунтована низька ефективність компенсації нелінійності схем на основі статичних нейронних мереж. Продемонстровано підвищення якості передачі оптичних сигналів в порівнянні з іншими методами компенсації нелінійних спотворень в разі використання схеми обробки сигналів на основі динамічних нейронних мереж [3].

Список використаних джерел

1. Трубчанінова К. А. Розрахунок впливу нелінійних ефектів в системах DWDM на енергетичні характеристики сигналу / К. А. Трубчанінова, Ю. Д. Юр'єва , А. С. Панченко. *Інформаційно-керуючі системи на залізн. транспорті*. Харків: УкрДУЗТ, 2018. – № 3. – С. 44–49.
2. Optical Fibers and Fiber-Optic Communications. URL: http://what-when-how.com/fiber-optics/optical-fibers-and-fiber-optic-communications-part-1/ (дата звернення: 19.06.2022).
3. Кайдан М. В. Напрямні системи телекомунікаційних мереж / М. В. Кайдан, М.М. Климаш, Б. М. Стрихалюк. – Львів: Львівська політехніка, 2021. – 488 с.

Трубчанінова К. А., д.т.н., доцент,
Дрогалєв М. М., магістрант (УкрДУЗТ)

МОДЕЛЮВАННЯ БАГАТОМОДОВИХ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ ЛІНІЙ ЗВ'ЯЗКУ

Досліджуються основні чисельні методи рішення рівнянь поширення оптичних сигналів у багатомодових волокнах. Приведений опис симетричного методу розщеплювання по фізичних процесах з використанням перетворення Фур'є на лінійному кроці [1]. За рахунок того, що цей метод простий в реалізації, швидкий і має високу точність по часовій змінній, він є найбільш поширеним методом рішення рівнянь волоконної оптики. Проте при рішенні рівняння поширення сигналів у багатомодових волокнах в проміжних режимах зв'язку метод розщеплювання вимагає обчислення матричної експоненти на кожному кроці по z, що є дуже трудозатратною операцією. Для подолання цієї трудності була запропонована компактна схема підвищеного порядку точності для вирішення нелінійного рівняння Манакова з першою похідною за часом, поширення сигналів, що описує, у багатомодових волокнах, що рухаються з різною груповою швидкістю [2]. Ця схема має високу ефективність розпаралелювання і не має недоліків методу розщеплювання, хоча і поступається йому в точності розрахунку на фіксованій сітці по часовій змінній.

Також представлені результати чисельних розрахунків для розглянутих методів. Чисельні рішення, отримані за допомогою методу розщеплювання і компактної схеми, порівнювалися з точними рішеннями скалярного нелінійного рівняння Шредингера [3]. В ході тестових розрахунків був підтверджений загальний порядок точності схем. Також проведено порівняння часу розрахунків запропонованої схеми з методом розщеплювання по фізичних процесах і показано, що до компактна схема потребує менше обчислювальних затрат при використанні великого числа мод в проміжних режимах зв'язку.

Список використаних джерел

1. Puttnam Benjamin J. Space-division multiplexing for optical fiber communications / Benjamin J. Puttnam, Georg Rademacher, and Ruben S. Luís. – Optica. – 2021. – Vol. 8, Issue 9. – P. 1186–1203.
2. Talat Körpinar. Maxwellian evolution equations along the uniform optical fiber / Talat Körpinar, Ridvan Cem Demirkol, Zeliha Körpinar, Vedat Asil. – Optica. – 2020. – Vol. 217. – Article 164561.
3. Hayat Rezgui. An Overview of Optical Fibers / Hayat Rezgui. – Global Journal of Science Frontier Research. – 2022. – Vol. 21(6). – P. 14–20.

Трубчанінова К. А., д.т.н., доцент,
Рєзвушкіна П. Є., студентка (УкрДУЗТ)

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИНЦИПІВ ПОБУДОВИ МЕРЕЖІ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ СТАНЦІЙНОГО ЗВ'ЯЗКУ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ СТАНДАРТУ IEEE 802.11G

Показано, що забезпечення безпеки руху поїздів вимагає створення альтернативних, стосовно традиційним провідних, каналів передачі даних для систем залізничної автоматики. Наявність каналу передачі даних з рухомими одиницями забезпечує широкі можливості як у розробці систем керування безпекою й рухом поїздів, так і систем контролю стану рухомого состава й інфраструктури залізниць [3].

Показано, що можна заощадити на SHDSL-лініях і тим самим розширити мережу передачі даних, шляхом впровадження системи мультисервісного радіодоступу в порти Ethernet.

Доведено, що модернізація станційного зв’язку можлива за допомогою технології стандарту IEEE 802.11g. Але при цьому для ефективного зв'язку за допомогою високочастотних хвиль потрібно забезпечити безперешкодну лінію прямої видимості між передавачем і приймачем [2].

В роботі для виконання задачі модернізації здійснені розрахунок радіоліній мережі мультисервісного радіодоступу на станції, розрахунок підйому антен для забезпечення прямої видимості, розрахунок дальності дії бездротових систем. Приведена загальна схема побудови системи передачі даних з використанням устаткування технології стандарту IEEE 802.11g, як елемента системи станційного зв'язку станції. При цьому загальна схема станції не порушується, при цьому існує можливість модернізації та розширення мережі за рахунок використання технології стандарту IEEE 802.11g [1].

Список використаних джерел

1. Трубчанінова К. А. Метод попереднього планування безпроводової локальної мережі стандарту IEEE 802.11 / К. А. Трубчанінова, Д. О. Крощенко. – Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. 2020– № 2. – С. 27–32.
2. IEEE 802 wireless standards. URL: https://www.techtarget.com/searchnetworking/reference/IEEE-802-Wireless-Standards-Fast-Reference (дата звернення: 09.06.2022).
3. Чернега В. Безпровідні локальні комп’ютерні мережі: навчальний посібник / В. Чернега, Б. Платтнер. – Київ: Кондор, 2018. – 238 с.

Трубчанінова К. А., д.т.н., доцент,
Черкашин Є. А., магістрант (УкрДУЗТ)

СИСТЕМА РОЗУМНОГО ОСВІТЛЕННЯ В СУЧАСНОМУ БУДИНКУ

В сучасних реаліях економія та перетворення звичайних осель на розумні будинки, стає дедалі актуальнішим. Кожен споживач прагне осучаснити свій дім з метою економії власного бюджету та зручності використання. Однією з таких систем, є розумне освітлення, за допомогою якого можна отримати економію коштів та мати комфортні оточуючі умови.

В розумному будинку в якості освітлення використовуються бездротові вимикачі, контролер з функцією віддаленого доступу через Bluetooth або ZigBee, розумні лампи з приглушенням світла та вибору кольору, датчики освітлення та за бажанням власника будинку Led стрічки, датчик руху, додатковий пульт керування системою [1].

Існує декілька способів перетворення свого будинку на «розумний», в першому способі потрібно придбати лише розумну лампу, яка буде керуватися з мобільного пристрою, це може бути як настільна лампа так і лампа яка заміняє лампу розжарювання, після цього освітлення в кімнаті перетворюється в «розумне», тому що смарт – лампи мають можливість налаштування які потрібні користувачу. В другому способі потрібно придбати декілька розумних ламп, контролер який буде підтримувати з'єднання з лампами та передавати інформацію на мобільний пристрій, бездротовий вимикач для вмикання / вимикання ламп в ручному режимі. В третьому випадку потрібно придбати декілька розумних ламп освітлення, датчики руху, датчики освітлення, контролер що має функцію віддаленого доступу, датчики руху та вуличні розумні лампи [2].

З урахуванням вище сказаного метою роботи є проєктування та реалізація системи розумного освітлення у приміщені з розрахунками комфортності. В роботі сформовано концепт функціонування та дії розумного освітлення приміщення, яке забезпечує комфортне середовище. Виконано проектування програмного прототипу системи за допомогою мови UML та онлайн середовища Mental Modeler [3]. Сформовано дерево рішень за допомогою онлайн середовища Silver Decisions.

Список використаних джерел

1. 7 things to know about smart lights before you buy a boatload of them URL: https://www.cnet.com/home/energy-and-utilities/things-to-know-about-smart-lights-before-you-buy-a-boatload-of-them/ (дата звернення: 09.10.2022).

2. Основні проблеми розумних будинків і як їх можна вирішити? URL: https://klaster.ua/ua/stati-i-obzory/osnovnye-problemy-umnyhdomov-i-kak-ih-mozhno-reshit/ (дата звернення: 10.10.2022).
3. What is mental modeler? URL: https://www.mentalmodeler.com/ (дата звернення: 10.10.2022).

Кустов В. Ф., д.т.н., професор (УкрДУЗТ)

ОСОБЛИВОСТІ СЕРТИФІКАЦІЇ СИСТЕМИ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ СТРІЛОК ТА СИГНАЛІВ МПЦ-С

Система "Мікропроцесорна централізації стрілок та сигналів МПЦ-С впроваджена на багатьох станціях промислового залізничного транспорту на протязі більш 10 років. Для можливості впровадження її на магістральних залізницях на Науково-виробничому підприємстві «Хартрон-Енерго» разом з ТОВ «НВП САТЕП» та фахівцями УкрДУЗТ розроблено необхідну конструкторську документацію та виготовлено дослідний зразок системи з урахуванням вимог документа «Мікропроцесорна централізації стрілок та сигналів МПЦ-С. Обладнання ст. КАРАПИШІ регіональної філії "Південно-Західна залізниця". Технічне завдання №67300-16-18», який затверджено керівництвом «Укрзалізниці». Згідно цього документу виконано комплекс робіт з доказу функційної безпечності, надійності та електромагнітної сумісності, Для сертифікації системи МПЦ-С забезпечено виконання та підтвердження наступних вимог:

- конструкційних вимог функційної безпечності, в тому числі: перевірка можливості несанкціонованого використання органів керування; перевірка сполучення МПЦ з системами вищого рівня; перевірка функції протоколювання та архівації; перевірка збереження інформації при аварії; перевірка функції взаємодії з оператором; перевірка електричної міцності ізоляції та опору ізоляції (при нормальних та підвищених температурах и вологості).
- вимог функційної безпечності за відсутності її пошкоджень і дії дестабілізівних чинників;
- вимог функційної безпечності за наявності відмов елементів і пристроїв її структури та інших пристроїв, які можуть впливати на небезпечний стан системи;
- вимог функційної безпечності за реконфігурації системи та змін структури, за помилкових дій оператора та персоналу, що виконує дії з обслуговування та ремонту системи;
- вимог функційної безпечності під час дії електромагнітних чинників: наносекундних імпульсних завад; мікросекундних імпульсних завад великої енергії; імпульсних розрядів статичної електрики; радіочастотного електромагнітного поля; високочастотних електромагнітних полів від цифрових радіотелефонів; комутаційних завад малої енергії; динамічних змін напруги електроживлення; гармонік напруги електроживлення.
- вимог функційної безпечності під час дії кліматичних чинників;
- вимог функційної безпечності під час дії механічних чинників;
- вимог щодо резонансних частот конструкції;
- вимог до електричної безпеки;
- вимог щодо стійкості до дії механічних чинників під час транспортування;
- вимог щодо стійкості до дії кліматичних чинників під час транспортування та зберігання;
- вимог до рівня емісії електромагнітних завад;
- вимог до пожежної безпеки;
- вимог до ступеня захисту від проникнення;
- вимог до складу та конструкції;
- встановленим вимогам ДСТУ 4178-2003, ДСТУ 4151-2003 (ступінь жорсткості 4 включно), СОУ 45.020-00034045-002:2006 "Вироби залізничної автоматики, телемеханіки та зв'язку. Загальні технічні умови";
- встановленим вимогам документа "Мікропроцесорна централізації стрілок та сигналів МПЦ-С. Обладнання ст. КАРАПИШІ регіональної філії "Південно-Західна залізниця". Технічне завдання №67300-16-18.

На базі виконаних досліджень, проведених попередніх та сертифікаційних випробовувань, у тому числі на імітаційних моделях на ПЕОМ, отриманих необхідних висновків від акредитованих випробувальних лабораторій та спеціалізованих фахових експертних організацій отримано сертифікат відповідності № RCU.0770-21.

У доповіді розглядаються особливості доказу функційної безпечності та сертифікації системи МПЦ-С.

Список використаних джерел

1. Методика доказу функційної безпечності комплексів управління та регулювання рухом поїздів. Київ. Транспорт України, 106с.
2. ДСТУ 4178-2003. Комплекси технічних засобів систем керування та регулювання руху поїздів. Функційна безпечність і надійність. Вимоги та методи випробовування. – Київ: Держспоживстандарт України, 2003. –32 с.
3. ДСТУ EN 50126-1:2015 uk: Залізничний транспорт. Специфікація та демонстрація надійності, доступності, безпеки і ремонтопридатності (РАМН). Частина 1. Основні вимоги та загальний процес (EN 50126-1:1999, IDT). Чинний від 2016–01–01.

4. ДСТУ EN 50129. Залізничний транспорт. Системи зв'язку сигналізації та оброблення даних. Електронні сигналізаційні системи безпеки. Чинний від 01.01.2019.
5. ДСТУ 4151-2003. Комплекси технічних засобів систем керування та регулювання руху поїздів. Електромагнітна сумісність. Вимоги та методи випробовування. Чинний від 01.01.2004.
6. ДСТУ EN 50121-4:2018 (EN 50121-4:2016, IDT). Залізничний транспорт. Електромагнітна сумісність. Частина 4. Емісія та несприйнятливість сигнальної та телекомунікаційної апаратури.

Ситнік Б. Т., к.т.н., доцент,
Бриксін В. О., к.т.н., доцент,
Давидов І. В., аспірант (УкрДУЗТ)

УДК 004.2

СИНТЕЗ СТРУКТУРИ І МОДЕЛЮВАННЯ АДАПТИВНИХ ЦИФРОВИХ РЕГУЛЯТОРІВ КОРЕКЦІЇ ШВИДКОСТІ РУХУ ВИСОКОШВИДКІСНИХ ПОЇЗДІВ ІЗ ЗАДАНИМИ ПІД-ЗАКОНАМИ ФОРМУВАННЯ ІМПУЛЬСНИХ УПРАВЛІНЬ

Варіант структури автоматичної системи нечіткого завдання графіка швидкості руху рухомого об'єкта [1] з її корекцією за фактичними параметрами проїзду із використанням ПІ-регуляторів запропоновано в [2, 3]. Істотним недоліком відомих [3] двох- і трипозиційних частотно-імпульсних ПІ-регуляторів є відсутність диференціальної складової, для реалізації ПІД-закону регулювання, і неможливість корекції їхніх настроювань до змін параметрів статичних і динамічних характеристик об'єктів керування й адаптивних фільтрів. Це або знижує якість процесів керування в системах керування рухомим складом (РС), характеристики якого змінюються в широких межах [3], або приводить до хаосу в релейних і широтно-імпульсних системах автоматичного керування й нестійкій роботі контуру керування та переходу на ручне керування. Це пояснюється як відсутністю параметричних входів для уведення сигналів корекції, так і відсутністю аналітичних методів знаходження корінь характеристичних квазіполіномів високого порядку, необхідних для обчислення відомого критерію оптимізації, а, отже, і оптимальних настроювань регулятора.

Розроблено метод синтезу моделі дискретних (частотно-імпульсних) ПІД-регуляторів із заданими динамічними характеристиками. Середня складова вихідних імпульсів регулятора сформована на його виході і виділяється інерційною наведеною безперервною частиною.

У регуляторі використаються окремі параметричні входи сигналів для незалежної динамічної адаптації параметрів настроювання пропорційної диференційної й інтегральної частин при наявності завад змінної інтенсивності. При цьому для настроювання параметрів регулятора за критерієм гарантованого ступеня стійкості (КГСС) не потрібне знаходження всіх корінь характеристичного полінома замкнутого контуру, на відміну від використання відомих критеріїв.

Використання критерію КГСС забезпечує динамічну адаптацію регулятора до зміни, параметрів об'єкта й співвідношення корисних сигналів до перешкод у контурі керування при наявності завад.

Проведено моделювання цифрової системи контуру керування високошвидкісних поїздів з нелінійною моделлю електропередачі постійного струму за заданим нечіткім блоком завдання графіка швидкості руху на ділянці проїзду, поточного графіку руху.

Результати моделювання наведені підтверджують якість процесів керування, динамічні характеристики яких змінюються в широких межах при наявності завад, перешкод шумів змінної інтенсивності.

Список використаних джерел

1. B. Sytnik. CONSTRUCTION OF AN ANALYTICAL METHOD FOR LIMITING THE COMPLEXITY OF NEURAL-FUZZY MODELS WITH GUARANTEED ACCURACY/B. 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, NO4(98) (2019), -p.8-13. -Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vejpte_2019_2%284%29__2
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 завдання графіка швидкості руху рухомого об'єкта з її корекцією за фактичними параметрами проїзду/Ситнік Б. Т., Бриксін В. О., Ломотько Д. В., Ситник В. В., Давидов І. В.//Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – Харків: 2021. – №4. – С. 24-35.
3. Сытник Б. Т. Адаптивное управление в дискретных системах высокого порядка с запаздыванием. Часть 3. Синтез адаптивного частотно-імпульсного ПИ-регулятора с оптимизацией параметров настройки на основе критерия гарантированной степени устойчивости/ Б. Т. Сытник, С. И. Яцько, В. А. Брыксин, В. С. Михайленко//Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – Харків: 2012. – №. 1. – С. 71–79.

Змій С. О., к.т.н., доцент,
Дудін О. А., к.т.н., доцент,
Скоблова А. М., магістрант (УкрДУЗТ)

УДК 656.259.9

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РУХОМ ПОЇЗДІВ НА СТАНЦІЇ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

На залізничному транспорті розроблено безліч різних автоматичних та автоматизованих систем керування для убезпечення руху поїздів. Застосування цих систем також дозволяє значно підвищити пропускну спроможність станцій та перегонів, а також ділянок залізниці загалом.

У разі виникнення несправностей система переходить у захисний стан і більшість завдань з організації руху поїздів покладається на чергового по станції. Також на чергового по станції покладаються функції з керування рухом та обов'язки щодо забезпечення безпеки переміщення поїздів.

Аналіз отриманих у дослідженні даних вказує на недостатню надійність людини – чергового по станції. В результаті несправність системи керування в сукупності з низькою кваліфікацією та низьким психофізичним станом чергового станції може призвести до виникнення аварійних ситуацій [1].

У доповіді показано, що для попередження виникнення зазначених ситуацій необхідно удосконалити систему керування рухом поїздів шляхом використання системи підтримки прийняття рішень чергового по станції. Запропонована система підтримки прийняття рішень – основа створення інформаційної інфраструктури із сучасними інформаційними технологіями із застосуванням програмно-інформаційних технологій. На основі аналізу даних про стан систем керування рухом поїздів та окремих її частин можна запобігти чи оцінити наслідки дій чергового по станції. Це надасть змоги забезпечити інформаційно-аналітичну підтримку у процесі рішення задач прийняття рішень на основі обробки, аналізу і відображення отриманої інформації [2, 3].

Список використаних джерел

1. Operations simulating of station duty officer in the case of breakdown in control system / Sergii Zmii, Ivan Siroklyn, Olexii Dudin // Procedia Computer Science 149 (January 2019) 44–49
2. Структурно-логічні основи підтримки прийняття рішень учасниками перехрещуваного руху різних видів транспорту / А. Б. Бойнік та ін. // Електромагнітна сумісність та безпека на залізничному транспорті. – 2016. – Ном. 12. – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2016. – С. 62-72
3. Додонов, О. Г. Інформаційно-аналітична підтримка прийняття управлінських рішень / О. Г. Додонов // Реєстрація, зберігання і обробка даних, 2005. Т. 7, № 2 – С. 77-93

Змій С. О., к.т.н.,доцент,
Сіроклин І. М., к.т.н., доцент,
Проценко С. С., магістрант (УкрДУЗТ)

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНТРОЛЮ МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ РУХОМОГО СКЛАДУ НА СТРІЛОЧНІЙ КОЛІЙНІЙ ДІЛЯНЦІ ЗАЛІЗНИЧНОЇ СТАНЦІЇ

Однією з основних задач засобів автоматики на залізничному транспорті є забезпечення безпеки руху поїздів. Виконання поставленої задачі неможливе без надійної фіксації місцезнаходження рухомих одиниць. На даний час спостерігається заміна засобів автоматики контролю місцезнаходження рухомих одиниць – рейкових кіл на системи лічення осей з точковими колійними датчиками.

Існуюча методика розміщення точкових колійних датчиків на залізничній станції передбачає їх місце установки аналогічне розстановці ізолюючих стиків рейкових кіл [1].

Недоліки існуючої методики [2]:

- неможливість руху по відхиленню стрілочного переведу при зайнятості рухомим складом негабаритної ділянки, навіть при фактичному проїзді рухомим складом граничного стовпчика;
- необхідність значної додаткової перевірки умов безпеки руху при наявності негабаритних колійних ділянок.

У доповіді показано, що в основу удосконалення поставлено задачу створити методику розміщення точкових колійних датчиків, яка надасть змоги контролювати місцезнаходження рухомого складу на стрілочній колійній ділянці залізничної станції шляхом введення нових технічних операцій і їх зв'язку до систем електричної централізації, які дозволять виключити переміщення рухомого складу по відхиленню стрілочного переводу при фактичній наявності вагону у зоні дії граничного стовпчика. Це дозволить не тільки збільшити пропускну здатність залізничних станцій, а й підвищити безпеку руху без необхідності додаткових перевірок умов.

Список використаних джерел

1 Пристрої контролю вільності колійних ділянок методом лічення осей з використанням апаратури ЕСЛО: Методичні вказівки щодо проектування пристроїв автоматики, телемеханіки та зв'язку на

залізничному транспорті. И-291-03. – СПб: ГТСЗ, 2003.
2 Патент №110319 U МПК (2016.01) B61L 1/16, G06M 1/00. Спосіб контролю місцезнаходження рухомого складу на стрілочній колійній ділянці залізничної станції / Заявл. 01.03.2016; опубл. 10.10.2016, Бюл. № 19.

Ананьєва О. М., д.т.н., професор,
Бабаєв М. М., д.т.н., професор,
Сотник В. О., к.т.н., доцент (УкрДУЗТ)

УДК 621.391

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВПЛИВУ НЕОДНОРІДНОСТЕЙ РЕЙКОВОЇ ЛІНІЇ НА ПРИЙМАННЯ СИГНАЛІВ АВТОМАТИЧНОЇ ЛОКОМОТИВНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ

На якість роботи систем автоматичної локомотивної сигналізації (АЛСН) негативно впливає значна кількість електромагнітних завад різного походження, а саме:

– електрична неоднорідність рейкового кола, обумовлена наявністю ізолюючих стиків, контррейок переїздів і з'їздів, незаземлених рейкових плітей, залишених усередині колії для ремонту, мостів, шляхопроводів, ЛЕП і інших джерел електромагнітних завад;

– неоднорідна намагніченість рейкових плітей із пучинним сплеском по кінцях рейок. Найбільш виражено ця причина проявляється при установці полімерних ізостиків та швидкостях 80 км/год і більше;

– одиночні спорадичні імпульсні завади, пов'язані з короткочасною втратою шунтової чутливості, стрибками напруги, які самі по собі не небезпечні і практично не призводять до збоїв, але при збігу з першими двома обтяжують їхні негативні наслідки;

– асиметрія тягового струму, яка є негативним чинником для декодування кодів АЛСН при будь-яких швидкостях руху, та ін. [1].

Підвищення ефективності роботи системи АЛСН потребує проведення аналізу завад, визначення їхніх показників і джерел походження, дослідження характеру прояву та впливу на канал передачі сигнальної інформації в межах залізничної колії. У доповіді наведено результати дослідження процесу впливу неоднорідностей рейкової лінії на приймання сигналів АЛСН. Розглянуто динамічну модель каналу передачі сигналів АЛСН, яка враховує рух поїзда, що дозволило встановити залежність впливу швидкості руху поїздів на роботу систем автоматичного управління рухомим складом.

Список використаних джерел

1. Бабаєв М. М., Сотник В. О. Аналіз існуючих вітчизняних і закордонних систем АЛС на залізничному транспорті. *Зб. наук. праць*. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 116. – С. 120-127.
2. Ананьєва О. М. Динамічна модель каналу передачі сигналів АЛСН. *Зб. наук. праць*. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 121. – С. 120-132.

Єлізаренко А. О., к.т.н,. доцент (УкрДУЗТ),
Єлізаренко І. О., провідний інженер (ХФ УДЦР)

УДК 656.254.16

РОЗРОБКА УНІФІКОВАНОЇ МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ КАНАЛІВ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ

Технологічний радіозв'язок на залізничному транспорті відіграє виключно важливу роль у забезпеченні безпеки руху поїздів та підвищення ефективності управління перевізним процесом. Застосування сучасних радіотехнологій дозволяє суттєво підвищити надійність технічних засобів. У той же час канали рухомого радіозв'язку, через складні умови поширення радіохвиль та умови експлуатації, є найбільш вразливим елементом систем радіозв'язку.

У таких умовах найефективніше застосування заходів підвищення надійності систем на етапі проектування. При визначенні зон обслуговування радіомереж необхідна розробка методів розрахунку каналів, які б забезпечували високу надійність прогнозування рівнів сигналів.

Численні роботи присвячені дослідженню енергетичних характеристик радіоканалів та рекомендацій з розрахунку зон обслуговування радіомереж. Деякі з них набули статус рекомендацій ITU-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 ITU-R P.1546, яка є базовою [1].

Використання відомих методів розрахунку каналів рухомого радіозв'язку загального користування не забезпечує необхідної точності розрахунку енергетичних характеристик на залізницях, бо не враховує специфіку впливу інфраструктури

Відомі рекомендації Міжнародного союзу залізниць з впровадження мереж стільникового радіозв'язку GSM-R базуються на основі моделі Окамури-Хата для умов міст і теж не враховують специфіку залізниць [2].

Діючі відомчі нормативні документи не передбачають розрахунок каналів у перспективних для радіозв'язку на залізничному транспорті смугах частот

460 та 900 МГц та використовують графоаналітичні методи розрахунку, що ускладнює автоматизацію проектування радіомереж [3].

Залишається актуальною проблема розробки адекватної уніфікованої перспективної методики розрахунку зон обслуговування радіомереж на залізницях.

Проведений аналіз дозволив сформулювати основні вимоги до перспективної методики розрахунку каналів технологічного радіозв'язку.

1. Методика повинна забезпечити розрахунки в усіх діапазонах частот, які використовуються, тобто забезпечувалась частотна універсальність.

2. Не доцільна диференціація моделей за технологічними ознаками, але необхідно враховувати особливості поширення радіохвиль на станціях і перегонах, на електрифікованих і не електрифікованих ділянках залізниць.

3. Необхідна уніфікація методів розрахунку для мереж станційного, поїзного і ремонтно-оперативного радіозв'язку на основі загальних принципів, єдиної термінології і позначень.

4. Доцільно використання аналітичної форми моделі, що спрощує автоматизацію розрахунків.

5. Розрахунки каналів доцільно вести безпосередньо на основі визначення показників енергетичного потенціалу радіоліній без переходу до показників напруженості поля.

На основі проведеного аналізу показано, що суттєво підвищити точність прогнозування енергетичних характеристик радіоканалів можливо з використанням математичних моделей із експериментально визначеними параметрами.

Проведені на кафедрі транспортного зв'язку УкрДУЗТ дослідження створили передумови для розробки уніфікованої методики розрахунку каналів технологічного радіозв'язку в усіх використовуваних смугах частот.

В результаті експериментальних досліджень необхідно розробити удосконалену статистичну модель поширення радіохвиль в різних умовах організації радіомереж та уточнити параметри просторових флуктуацій напруженості поля, які б забезпечували можливість розрахунку зон обслуговування із заданою надійністю.

Використання удосконаленої моделі поширення радіохвиль в умовах впливу інфраструктури залізниць дозволяє підвищити точність розрахунку ослаблення напруженості поля радіосигналів та визначення зон обслуговування, що дозволить оптимізувати проектні рішення за техніко-економічними показниками для забезпечення необхідної надійності радіоканалів.

Список використаних джерел

1. Recomendation ITU-R P.1546-3. Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 3000 MHz . 2007. – 57 p.
2. GSM-R. Procurement & Implementation Guide / International Union of Railways-Paris, 2009. – 246 p.
3. Gorobets N.N. Analysis of power characteristics of mobile radio communication chanels / N.N. Gorobets, A.A. Yelizarenko Telecommunications and Radio Engineering.v77.i4.pages 283-295, 2018.

Змій С. О., доцент кафедри АТ,
Кічатова Д. В., ст.гр. 211-АКІТ-Д21,
Шмонін Є. О., ст.гр. 106-АКІТ-Д21
(УкрДУЗТ)

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИНЦИПОВИХ СХЕМ УЗГОДЖЕННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ

Побудова безпечних мікропроцесорних систем керування рухом поїздів пов'язана з організацією узгодження мікропроцесорної апаратури залізничної автоматики та телемеханіки з виконавчими об'єктами. Реалізація взаємодії виконавчих об'єктів і датчиків з підсистемою керування в мікропроцесорних системах централізації залишається досить складним завданням. Це завдання також ускладняється жорсткими вимогами до пристроїв узгодження з об'єктами та специфікою пристроїв залізничної автоматики.

На даний час розроблено та експлуатується значна кількість виконавчих об'єктів та об'єктів контролю залізничної автоматики і телемеханіки з різноманітними характеристиками по входах та виходах [1]. Для узгодження часових та енергетичних параметрів цих об'єктів з мікропроцесорною підсистемою керування розроблені та використовуються принципові схеми узгодження [2].

Дослідження, проведене у роботі, направлене на виявлення можливих небезпечних або потенційно небезпечних станів, що здатні призвести до небезпечних відмов мікропроцесорних систем електричної централізації. Моделювання схем безпечного виведення інформації дозволяє виявити недоліки функціонування на етапі проєктування.

Для дослідження принципових схем узгодження було обрано контактні принципові схеми, що використовуються у мікропроцесорних систем електричної централізації в Україні, але показана методика може бути використані і для інших аналогічних схемах узгодження.

У доповіді проведено аналіз сучасних систем імітаційного моделювання електричних принципових схем. Показано, що необхідним функціоналом, просторістю моделей елементів і засобів вимірювання володіє пакет для імітаційного моделювання Circuit Design Suite. Дане середовище також надає можливість моделювання взаємодії елементів схем, що

знаходяться безпосередньо на платі або в корпусі [3].

У результаті проведення дослідження встановлено, що при зміні під час експлуатації параметрів принципових схем можливі короткочасні спрацювання виконавчих реле, що може бути неприпустимим з точки зору безпеки.

Крім того, в доповіді виконано аналіз результатів моделювання схем безпечного виведення інформації систем мікропроцесорної централізації.

Список використаних джерел

1. Автоматизовані станційні системи керування рухом поїздів / Мойсеєнко В. І., Пархоменко С. Л., Чепцов М. М., Коцюба Т. А. Під загальною редакцією Мойсеєнка В. І. Харків, - 2013. – 393 с.
2. Микропроцессорные системы автоматики на железнодорожном транспорте: учеб. пособие / К. А. Бочков, А. Н. Коврига, С.Н. Харлап: М-во образования Респ. Беларусь, Белорус, гос. ун-т трансп. – Гомель: БелГУТ, 2013. - 254 с.
3. Circuit Analysis with Multisim. Synthesis lectures on digital circuits and systems / David Báez-Lópe, Félix E. Guerrero-Castro, - 2011. – 200 p.

Індик С. В., к.т.н., ст. викладач,
Незус І. О., магістрант,
Перець К. Г., аспірант (УкрДУЗТ)

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ АНСАМБЛІВ СКЛАДНИХ СИГНАЛІВ, ОТРИМАНИХ ЗА РАХУНОК ПЕРЕСТАНОВОК ЧАСТОТНИХ СЕГМЕНТІВ

Відповідно до алгоритму реалізації методу формування ансамблів складних сигналів, на основі послідовностей з покращеними взаємокореляційними властивостями, які отримані шляхом смугової фільтрації з перестановками [1] було проведено дослідження зміни параметрів частотних сегментів та їх вплив на формування ансамблів складних сигналів великого об’єму із забезпеченням низького рівня завад множинного доступу.

Отримані результати показують, що збільшення смуги фільтрації призводить до зменшення максимальних викидів бічних пелюсток функцій взаємної кореляції. У цьому випадку збільшення тривалості імпульсів, очевидно, призводить до збільшення цих характеристик. Визначення прийнятних значень тривалості імпульсу та ширини смуги відбувалося шляхом фіксації максимальних значень функцій взаємної кореляції, таким чином визначалися граничні параметри для формування ансамблів сигналів. Оцінка статистичних характеристик ансамблів складних сигналів здійснювалася на основі методики, яка наведена в [2, 3]. Розраховано залежність максимальних викидів бічних пелюсток функції взаємної кореляції отриманих сигналів від ширини смуги фільтрації при відповідних тривалостях імпульсів у вихідних послідовностях.

Визначення оптимальних параметрів при застосуванні смугової фільтрації в різних областях спектру до послідовностей з покращеними взаємокореляційними властивостями з подальшим переведенням у загальну смугу частот та застосуванням перестановок до отриманих частотних елементів дозволяє збільшити об’єм ансамблів складних сигналів при допустимому зниженні взаємокореляційних характеристик.

Список використаних джерел

1. Indyk S. The study of ensemble properties of complex signals obtained by time interval permutation. / S. Indyk, V. Lysechko. – Advanced Information Systems. – 2020. – Vol. 4, № 3. – P. 85-88.
2. Indyk S. Method of permutation of intervals, taking into accountant correlation properties of segments. / S. Indyk, V. Lysechko. – Control, navigation and communication system. – 2020. – Issue 3 (61). – P. 128-130.
3. Indyk S. V. The formation method of complex signals ensembles by frequency filtration of pseudo-random sequences with low interaction in the time domain. / S. V. Indyk, V. P. Lysechko, O. S. Zhuchenko, V. S. Kitov. – Radio Electronics, Computer Science, Control. – 2020. – Issue 4 (55). – P. 7-15.

Мазіашвілі А. Р., асистент (УкрДУЗТ)

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ ПОКОЛІННЯ 5G

Зростає кількість пристроїв, підключених до Інтернету, та кількість з'єднань між цими пристроями. До 2025 р. близько 20% даних, що генеруються, будуть являти собою інформацію, одержувану в реальному часі, причому більше 95% будуть дані, прийняті від пристроїв Інтернету речей IoT (Internet of Things).

Тому потрібні нові досконалі мережі, здатні забезпечити цю взаємодію раціонально. Мережі 5G/IMT-2020 (International Mobile Telecommunications-2020) не обмежуватимуться смартфонами, а охоплюватимуть і обчислювальні пристрої, що вбудовуються в навколишні об'єкти, дозволяючи виконувати збір, відправлення та отримання даних. Вони будуть використовувати ефективніші/практичні методи та конфігурації систем радіозв'язку, що працюють у широкому діапазоні радіочастотного

спектру. Зазначимо, що вже у 2015 р. IT-гігант Google запустив свій проект Sky Bender – 5G-мережа для дронів. Особливо 5G стане в нагоді в тих сегментах IoT, де об'єкти сильно віддалені (наприклад, у сільському господарстві) або потрібна швидка обмін інформацією (наприклад, для безпілотних машин).

Мета роботи: у сфері 5G слід виявити: вимоги, які не можуть бути задоволені за допомогою нинішніх мереж; технології, які можна використовувати при створенні мереж 5G; технічні вимоги до характеристик системи 5G; основні тренди у створенні мереж стандарту IMT-2020.

Основна частина. Під будь-яким новим поколінням мобільного зв'язку розуміються революційні зміни в мережі, в її архітектурі і, в першу чергу, в сегменті радіодоступу. Принципова відмінність покоління 5G полягає у переході з сантиметрового діапазону хвиль (покоління 4G) у міліметровий, тобто на частоти десятків ГГц. Відмінною особливістю 5G є співіснування різних протоколів радіодоступу в одній мережі, і навіть в одному частотному каналі.

Стандарти мереж 5G будуть здатні забезпечити реалізацію вимог, що висуваються до IoT, та сприяти вирішенню проблем з мобільним зв'язком, викликаних зростанням трафіку та іншими факторами. Однією з проблем, що гальмують широке розгортання мереж 5G, є нова інфраструктура високошвидкісних мереж, що дає глобальне мережеве покриття та високонадійну безперебійну роботу. Це потребує зростання кількості операторського обладнання, високих витрат.

Висока швидкість передачі даних у 5G-мережах різко збільшить навантаження на інфраструктуру. Зокрема, забезпечення пропускної спроможності до 20 Гбіт/с дозволить надати сервіси доповненої та віртуальної реальності, 3D-відео з ультрависокою роздільною здатністю UHD (Ultra High Definition), голографічні дзвінки.

Ключові рішення вимог до характеристик системи 5G складають технічну концепцію перспективної мережі радіодоступу FRA (Future Radio Access) і включають:

- малі стільники з надщільним розподілом;
- багатовимірні/масивні антенні системи MIMO (Multiple Input Multiple Output);
- повний дуплекс у загальній смузі частот;
- нові методи багаточастотної модуляції.

Зв'язок 5G буде спиратися на хмарні та інноваційні обчислювальні/ транспортні технології та технології центрів обробки даних. Планується застосування автоматичних фазових решіток, здатних динамічно змінювати діаграму спрямованості антенних систем і використовувати весь доступний частотний діапазон (наприклад, міліметрові хвилі на коротких дистанціях).

Отже, у зв'язку з масовими підключеннями сенсорів, гаджетів та інших пристроїв у майбутньому виникнуть нові завдання, які не зможуть вирішити існуючі мережі бездротового зв'язку. До абонентів додадуться програми (наприклад, IoT/IIoT (Industrial IoT), «підключений автомобіль», самоврядний транспорт, наближені до реальності (immersive) відео-додатки) та пристрої. Розвиток мереж 5G залежатиме від їхньої можливості працювати з такими різними пристроями/додатками.

Список використаних джерел

1. Chae Sub Lee. A new stage of orchestration for 5G // Information telecommunication networks. No. 7-8 (131-132). - 2017. - С.16.
2. Ashwood-Smee P. Why is the through-cutting of the 5G network into layers important for 5G? // Inforomation telecommunication networks. No. 7-8 (131-132). - 2017. - С. 17-18.
3. Karofilo D. The key to the networks of 5G; use of information-oriented networks (ICN) // Information telecommunication networks. No. 7-8 (131-132). - 2017. - P. 20.

Трубчанінова К. А., д.т.н., доцент,
Нотченко Д. А., Сенько М. В., магістранти
(УкрДУЗТ)

ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ МАЙБУТНЬОГО

Інтернет речей активно розвивається: сьогодні це поняття являє собою збірний образ у вигляді тісної взаємодії віртуального та реального світів, а не лише провідне та бездротове з'єднання датчиків та пристроїв. Смартфон, Смарт ТБ, Смарт годинник – електроніка вже давно перестала бути звичайною річчю і знайшла розум. Прогрес рухається вперед і «розумними» стають вже чайники, мікрохвильові печі, будинки і навіть міста. Технологія Інтернет речей (IoT) – це новий етап у розвитку Інтернету. Вона поєднує підключені пристрої в одну мережу, що дозволяє їм взаємодіяти між собою, а людям повністю автоматизувати процес керування речами [1]. За допомогою Інтернету речей у будинку можна повністю автоматизувати усі звичні процеси. Але мало налаштувати лише одну автоматизовану дію, потрібно, щоб усі процеси працювали за погодженням.

IoT поки що не надто популярний в Україні, але початок уже покладено. У Києві збудовано міський дата-центр, в якому буде зосереджено інформацію всіх міських систем та сервісів. Встановлено камери відеоспостереження, які допомагають поліції фіксувати порушення. Планується встановити датчики, які будуть аналізувати стан довкілля. У Вінниці створено автоматизовану систему управління ЖКП на базі хмарної платформи Microsoft. У ній зберігаються

дані про тарифи, нарахування, виконані роботи по всіх будинках міста. Тут же провадяться і розрахунки з населенням. У Дніпрі та Львові встановлено розумні світлофори, які спрацьовують залежно від завантаженості вулиць транспортом.

Транспортна галузь вже активно використовує технологію IoT: з'явилися Uber, Bolt, GetTaxi – сервіси таксі, які дозволяють відстежити машину в режимі реального часу.

Щоб усі розумні пристрої працювали злагоджено, їх необхідно випускати за єдиним стандартом. Із цим наразі є проблеми. Виробники випускають «речі», не узгоджуючи між собою, керуючись кожен своїми стандартами. Тому якщо в розумному будинку буде кілька пристроїв різних фірм, вони можуть просто не розпізнати один одного [2]. Наразі Нідерланди та Сінгапур розробляють мережу Інтернету речей LoRa із широким покриттям територій та можливістю працювати на низьких частотах.

Самонавчання пристроїв зараз теж під питанням. Щоб це відбувалося, потрібні величезні обчислювальні потужності та обсяги серверів. Поки що всі «речі» працюють строго за заданим програмуванням алгоритмом. Якщо буде збій, який не прописаний програмою, доведеться звернутися до сервісу.

Для Інтернету речей важливим є забезпечення безперебійного живлення для коректної роботи. А підключення великої кількості приладів до єдиної мережі може спровокувати збій, що призведе до некоректної роботи програми. Тому потрібно буде шукати альтернативних джерел енергії. В такому разі, якщо один із пристроїв перестане працювати, це може призвести до зупинки всіх процесів, тому що всі вони пов'язані між собою.

Отже, щоб Інтернет речей працював на повну силу вже зараз, необхідне дотримання певних умов: створення єдиного центру – це допоможе всім процесам працювати без втручання людини; створення єдиного стандарту – зараз і з цим проблеми, кожен виробник використовує свій стандарт, що ставить під питання їх сумісність; і найважливіше – забезпечення безпеки даних. Вважається, що технологія 5G може сприяти прискореному розвитку Інтернету речей [3].

Список використаних джерел

1. Жураковський Б. Ю. Технології інтернету речей. Навчальний посібник / Б. Ю. Жураковський, І.О. Зенів. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 271 с.
2. Serkov A. Electromagnetic Compatibility of Mobile Telecommunication Systems. / A. Serkov, K. Trubchaninova, V. Kniyazev, I. Yakovenko // 2020 IEEE Ukrainian Microwave Week (UkrMW). – 2020. – No. 149. – P. 1041-1044.
3. Serkov A. A. 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. – 2020. – P. 145-149.

Гриценко Н. В., доцент, к.е.н. (УкрДУЗТ)

УДК 656.2:338.01

КОРЕГУВАННЯ УПРАВЛІННЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ В КОНТЕКСТІ СУЧАСНИХ УМОВ

Підприємства залізничного транспорту під впливом сьогоднішніх змін попиту на послуги, і обслуговування стикаються з необхідністю радикальної зміни своїх структур і функцій, або комплексною зміною методів функціонування для рішення проблеми виживання або підвищення ефективності роботи.

Залізничний транспорт України є основним системоутворюючим елементом сфери реалізації державної політики, зокрема: економічної, політичної, соціальної, та на даний момент у забезпеченні військових потреб.

Пристосування залізничного транспорту до нових умов функціонування в умовах воєнного часу вимагає внутрішньої перебудови, зміни функцій управління, перетворення організаційної структури, перегляду багатьох аспектів організаційно-економічної системи, розподілу прав, повноважень та відповідальності. Для виживання залізничного транспорту необхідно розробити гнучку маршрутну карту з урахуванням проблемних та критичних зон [2].

Система стратегічного управління на залізничному транспорті, повинна складатися з взаємозв'язаного управління поточним функціонуванням і розвитком галузі. При цьому збалансованість управління визначається ступенем оптимальності співвідношення динаміки розвитку і стійкості поточного функціонування залізничного транспорту.

В нинішніх не простих умовах у сфері надання послуг у межах країни, достатньо вагомим конкурентом залізничного транспорту став автомобільний транспорт, адже доступність автомобілів пересічному громадянину, розгалужена мережа автобусних маршрутів, конкурента вартість та швидкість доставки пасажира із пункту А в пункт Б автомобільними транспортними засобами дуже послабили місце залізничного транспорту на ринку пасажирських перевезень [1].

Для підвищення конкурентноздатності у роботі залізничного транспорту потрібні перетворення, особливо у системі процесів управління перевезеннями.

В процесі змін, які виникли у військовому стані

держави, окрім дій, направлених на підтримку поточного функціонування, потрібно зниження впливу перетворень як додаткового джерела нестабільності і зосередження зусиль на зростання динаміки розвитку. Виникає необхідність корегування управлінських дій, які потребують більшої керованості та впливатимуть на маршрути та швидкість доставки. Треба відмітити, що успішні зміни не можливі без реструктуризації залізничної галузі.

Формування основних вимог до управління змінами процесів роботи залізничного транспорту в процесі змін, що обумовлюють підлаштування до сучасних умов обумовлює необхідність дослідження взаємозалежності управління розвитком і управління реструктуризацією.

Основний конструктивний зміст процесу інтенсивного розвитку складають радикальні стратегічні зміни, які є головними носіями нової якості і представляють собою ключовий предмет управління в процесі реструктуризації залізничного транспорту [3]. У зв'язку з цим особливий інтерес представляє дослідження питання взаємозалежності процесів розвитку і механізму реструктуризації. Залізничний транспорт є важливою складовою виробничої інфраструктури економіки України та займає провідне місце в забезпеченні потреб населення та суспільного виробництва в перевезеннях. Саме тому питання ефективного та успішного розвитку з урахуванням сьогоднішніх нюансів перевезень залізничним транспортом є актуальними.

Процес управління потенціалом розвитку залізничного транспорту включає наступні основні складові:

- перетворення потенціалу поточного функціонування розвитку залізничного транспорту по окремим напрямкам, з урахуванням змін маршрутів, що враховує і зміни у відповідних в підсистемах галузі. Радикальні перетворення в процесі реструктуризації разом із зміною конфігурації підсистем забезпечують перетворення потенціалу поточного функціонування в накопичений потенціал розвитку залізничного транспорту.
- процес накопичення потенціалу розвитку, який полягає в системних діях, направлених на підготовку і забезпечення умов і можливостей розвитку залізничного транспорту.
- комплексне перетворення можливостей залізничного транспорту, з урахуванням динаміці техногенного прогресу.

Отже, з метою корегування управління залізничним транспортом у сучасних не простих умовах, та для мінімізації збитків, які виникають в процесі перетворення та корегування процесів перевезень, доцільно впровадити єдиний механізм удосконалення процесів управління. Укрзалізниця (шість залізниць, підприємства, організації, установи тощо) як корпорація сьогодні є повноцінним учасником транспортного ринку, готовим грати за твердими правилами конкурентної економіки та виконувати функції державного і господарського замовлень на перевезення.

Список використаних джерел

1. Марценюк Л. О. Економічна безпека на залізничному транспорті як ефективна складова стабільного розвитку залізничних перевезень, Науковий вісник Дніпр. дер-го ун. вн. справ. 2021. № 1 Електроний ресурс https://visnik.dduvs.in.ua/wp-content/uploads/2021/06/21_1_ua_n/52.pdf (дата звернення 11.10.2022)
2. Копитко В. І. Маркетингові дослідження залізничних перевезень як передумова ефективного менеджменту. Львівська політехніка. 2007. С. 263–269. URL: http://ena.lp.edu.ua/bitstream/ntb/34230/1/41_263-269.pdf
3. Чаркіна Т. Ю. Концептуальні засади забезпечення антикризового управління пасажирського комплексу залізничного транспорту. Економіка та держава. 2020. № 12. С. 45–49.

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

РОЗВИТОК СИСТЕМ ДІАГНОСТИКИ ПРИСТРОЇВ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ ТА ТЕЛЕМЕХАНІКИ

Кінцевою метою впровадження систем технічної діагностики (ТД) є забезпечення безперебійності перевізного процесу за рахунок підвищення надійності роботи систем та механізмів залізничної автоматики і телемеханіки (СЗАТ) шляхом завчасного виявлення та усунення відмов у роботі. Досягти цієї мети можна шляхом:

– підвищення ефективності роботи системи ТД пристроїв СЗАТ для забезпечення заданого рівня безпеки, надійності та готовності технічних засобів;

– удосконалення принципів технічної експлуатації пристроїв СЗАТ;

– приведення технічної оснащеності ділянок залізниць засобами ТД у відповідність до класифікації залізничних ліній з урахуванням інтенсивності та швидкості руху поїздів різних категорій.

Вимоги до функцій систем ТД пристроїв СЗАТ та напрямок у їх розвитку:

1) збір, первинна обробка та передача інформації про процеси на об'єктах контролю;

2) автоматична реєстрація подій зміни параметрів чи стану пристроїв СЗАТ;

3) формування баз даних (вхідних та вихідних

параметрів пристроїв СЗАТ), прогнозування за результатами обробки отриманої інформації тенденцій та динаміки зміни контрольованих параметрів;

4) динамічне відображення параметрів технічного стану пристроїв СЗАТ, повідомлень про порушення нормальної роботи пристроїв СЗАТ із рівнями деталізації;

5) локалізація місць порушення нормальної роботи пристроїв СЗАТ та визначення несправної апаратури;

6) реалізація функції логічного контролю над невідповідностями у роботі пристроїв СЦБ;

7) реалізація функції логічного контролю над правильністю роботи експлуатаційного штату з технічного обслуговування пристроїв СЗАТ;

8) контроль працездатності, автоматичне тестування системи та засобів діагностування важливі для вирішення цільового завдання переходу до блокуючої діагностики у ситуаціях порушення безпеки руху;

9) централізація діагностичних даних та забезпечення санкціонованого доступу до баз вимірювань технічних параметрів пристроїв СЗАТ для вирішення завдань управління, планування, сервісного та фірмового обслуговування;

10) передача до системи управління діагностичної інформації про стан пристроїв СЗАТ, що може призвести до порушення безпеки руху поїздів.

Вимоги до вбудованих засобів технічного діагностування:

1. Створювані пристрої та системи ЗАТ повинні мати засоби вбудованої самодіагностики. Контроль працездатності повинен здійснюватись безперервно під час функціонування пристрою або системи ЗАТ.

2. Засоби вбудованої самодіагностики повинні забезпечувати ідентифікацію стану, як окремих плат, модулів, блоків, так і пристрої в цілому, що змінюються, і надавати інформацію про види стану контрольованих компонентів пристроїв.

3. Програмовані пристрої повинні забезпечувати можливість тестування програмних засобів та надавати інформацію про стан контрольованих програм, у тому числі сприяти підвищенню стійкості цих програм від кібератак шляхом введення моніторингу за інформаційним трафіком внутрішньосистемних обмінів даними.

4. Швидкість передачі діагностичної інформації у системі ТД (СТД) має відповідати темпу контрольованих цією СТД процесів.

5. Заново розроблені та модернізовані системи диспетчерського контролю повинні включати підсистеми вимірювання параметрів пристроїв СЗАТ, визначення місця та причин порушень нормальної роботи технічних засобів.

Розробка та впровадження нових технічних засобів діагностики інфра-структури:

1. Створення мережевого центру діагностики та моніторингу пристроїв СЗАТ для інформаційного забезпечення працівників центрального апарату.

2. Розробка та впровадження нових контролерів вимірювання технічних параметрів пристроїв СЗАТ із вбудованою функцією визначення передвідмовного стану цих пристроїв.

3. Реалізація підсистеми взаємодії з системою управління ризиками для отримання від останньої інформації про залишковий ресурс пристроїв СЗАТ.

4. Розвиток систем ТД у напрямі використання сучасних технологій передачі даних.

5. Створення програмного забезпечення СТД для мобільних пристроїв (планшетів, смартфонів), що дозволяють отримати дані діагностики в режимі реального часу, а також отримати завдання на усунення виявлених діагностичних ситуацій та оперативного звіту про виконану роботу.

6. Формування статистичних звітів, що характеризують рух поїздів: розрахунок міжпоїздного інтервалу руху, розрахунок пропускної спроможності ділянки за період часу та контроль часу затримки поїздів біля вхідних та вихідних світлофорів.

Список використаних джерел

1. Гаврілюк В. І., Тітов С. С., Єгольников О. О. Управління процесами діагностування і моніторингу засобів автоматики на припортових залізницях. / Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки. Том 31 (70) Ч. 2 № 6, 2020. – С. 120-128. DOI https://doi.org/10.32838/TNU-2663-5941/2020.6-2/21
2. Ефанов Д. В. Функциональный контроль и мониторинг устройств железнодорожной автоматики и телемеханики: монография. Санкт-Петербург: ПГУПС, 2016. –171 с.

Костенко К. К., Лагута В. В., к.т.н., доцент
(Український державний університет науки і технологій)

ПІДВИЩЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ НАДІЙНОСТІ ІЗОЛЮЮЧИХ СТИКІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ РЕЙКОВИХ КІЛ

На залізницях України широко застосовуються електричні рейкові кола, що працюють з ізолюючими стиками, які забезпечують електричний поділ суміжних рейкових кіл. Ізолюючі стики є одним із найпроблемніших елементів, як господарства колії, так і систем автоматики і телемеханіки. Останнім часом спостерігається зростання відмов технічних засобів через несправність елементів та апаратури рейкових кіл більш ніж на 20%. Головною причиною відмов стала несправність ізолюючих стиків до рівня 16%, [1]. Поточне утримання ізолюючих стиків, як на станціях,

так і на перегонах, покладено на працівників колії. За надійну та безперебійну роботу рейкових кіл відповідають працівники сигналізації, централізації та блокування. Такий «поділ» накладає свої особливості, тому від якості утримання ізолюючих стиків та можливості запобігання відмовам у них залежить ефективність технічної експлуатації рейкових кіл. Підвищення функціональної надійності ізолюючих стиків і ефективності їх експлуатації направлено на вирішення задач щодо оптимізації експлуатаційних витрат всього комплексу пристроїв інфраструктури.

Аналіз статистики відмов рейкових кіл в межах Одеської та Придніпровської залізниць за останні роки показує, що їх частка від загальної кількості відмов пристроїв залізничної автоматики і телемеханіки, становить близько 30-40%. При цьому до чверті відмов рейкових кіл відбувається через закорочення ізолюючих стиків намагніченими елементами. Конструкція ізолюючих стиків з композитних матеріалів, що широко застосовується в господарствах колії, не дозволяє уникати закорочення торцевої ізоляції металевою стружкою, окалиною або будь-яким іншим струмопровідним елементом по всьому контуру торців рейок, що призводить до помилкової зайнятості рейкового кола і затримок поїздів.

Удосконалення конструкції торцевої рейкової ізоляції для ізостика з композитних матеріалів, застосування якого забезпечує підвищення ефективності роботи ізолюючих стиків і надійності роботи рейкових кіл, схильних до впливу намагніченості рейок, сприяє підвищенню безпеки і безперебійності руху поїздів на магістральних і залізницях промислового транспорту. Більшість відмов ізолюючих стиків пов'язана з підвищеною намагніченістю, що призводить до утворення між торцями рейок електропровідних «містків» з металевої стружки, що знижують опір стику, що призводить до збою в роботі СЦБ і АЛС.

Найбільш часте виникнення помилкової зайнятості спостерігається на окремих ділянках колії з великою вантажонапруженістю і малим радіусом кривої, де інтенсивність зносу рейок і коліс висока. Крім періодичних збоїв в роботі СЦБ, порушення графіку руху поїздів, це обумовлює і додаткові витрати на поточне утримання, що пов'язано з постійними перегородками і видаленням металевої стружки з стиків з композитними накладками. На сьогоднішній день до сих пір не виявлені причини високої намагніченості в ізолюючих стиках. Також як і не розроблено методи і пристрої, які б стабільно усували намагніченість ізостиків з композитними накладками. При цьому, багаторічні спостереження і дослідження намагніченості ізостиків дозволили виявити безпечний рівень, при якому відсутнє налипання стружки або її кількість не викликає закорочення ізостиків (безпечним рівнем намагніченості ізолюючого стику вважається 10 мТл і менш).

В даний момент методи боротьби з намагніченістю ізостиків можна розділити на три основні групи:

- зниження магнітного поля шунтуванням (пасивний метод);
- розмагнічування або управління величиною магнітного поля (активний метод);
- створення штучного бар'єру від замикання стружкою, [2].

Найпростіший спосіб - створення штучного бар'єру від замикання стружки, що не вимагає високих витрат на реалізацію. Відомо одне серійне рішення - стикова прокладка з фартухом, яка «обволікає» торець рейки. На стадії дослідного зразка - ряд постійних магнітів, встановлених перед ізостиком і вловлюють стружку. І, нарешті, на мережі залізниць використовують такі способи, як фарбування торців рейок в стику. Використання принципу активного методу передбачає розробку шунта розмагнічування ізолюючих стиків з контролем намагніченості ізостиків.

Застосування шунта розмагнічування дозволить знизити рівень намагніченості торців рейок, в порівнянні з ізолюючим стиком, який оснащено композитними накладками і полімерними стиковими прокладками, і, як наслідок, зменшити ймовірність утворення електропровідного «містка» між ізольованими рейками з налиплого до них металевих частинок без застосування складних технологій і пристроїв.

Необхідне прийняття цільової програми, що передбачає невідкладні та перспективні планові заходи, спрямовані на радикальне підвищення надійності роботи рейкових кіл та пристроїв залізничної автоматики в цілому. Як другий напрям слід на основі наявного досвіду експлуатації та аналізу потреб мережі доріг проводити поетапне впровадження науково-технічних досягнень. Це дозволить поступово сформувати новий рівень роботи пристроїв систем залізничної автоматики із підвищеною відмовостійкістю та ступенем безпеки руху.

Список використаних джерел

1. Аналіз стану безпеки руху поїздів на залізницях України за 12 місяців 2015–2019 року. Міністерство транспорту України. Державна адміністрація залізничного транспорту. – 2016 – 2020.
2. D. Davis, M. Akhtar. Railway Track & Structures, 2007, №8, p. 24–30.

Самсонкін В. М., д.т.н., професор (ДУІТ),
Бізюк І. Г., ст. викладач (УкрДУЗТ)

УДК 519.7

МОДЕЛЬ САМООРГАНІЗАЦІЇ ЯК АПАРАТ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Для прогнозування екологічної ситуації в результаті аварій та катастроф пропонується застосування імітаційної програмної моделі, побудованої на основі теорії самоорганізації.

У моделі розглянуті процеси взаємозумовлених відношень як наслідок змінення двох видів (множин) живої природи N_1 і N_2, що призводять до формування певної впорядкованості цих відношень [4].

При цьому були прийняті два припущення:

а) кожен елемент має поле взаємодії, в межах якого і вносяться зміни до системоутворюючих відношень;

б) такі відношення постійні, для чого необхідний безперервний компенсаторний потік.

Цей процес може протікати до певної межі, із наближенням до якої відбувається обмеження активності 1-ї множини. Це пов'язано з наявністю необхідної для існування речовини та енергії у вхідному потоці середовища і станом 2-ї множини, що функціонує завдяки результатам діяльності 1-ї. Взаємодія такого роду відбувається в напрямку досягнення наявного рівноважного стану або формування нової рівноваги.

В основі процесу включення або виходу з активного стану елементів лежать конкурентні відношення, що виявляються: (а) в активізації своєї діяльності та (б) придушенні конкурентів [1].

Взаємодію двох множин можна описати системою диференціальних рівнянь щодо їхньої чисельності:

$$\begin{cases} \dfrac{dN_1}{dt} = (\lambda_1 - \mu_1 N_1 - \nu_1 N_2) N_1; \\ \dfrac{dN_2}{dt} = (\lambda_2 - \mu_2 N_2 - \nu_2 N_1) N_2, \end{cases}$$

де λ_1, λ_2 – коефіцієнти, які сприяють зростанню елементів відповідно у 1-й множині елементів із попередніми властивостями N_1 та у 2-й множині нових елементів N_2;

μ_1, μ_2 – коефіцієнти, які перешкоджають зростанню собі подібних елементів відповідної множини;

ν_1, ν_2 – коефіцієнти, які перешкоджають зростанню елементів відповідної множини.

Змінюючи значення параметрів початкової сукупності елементів, усі можливі форми взаємовідношень між двома множинами можна описати дев'ятьма рівняннями, які відображають послідовність переходу від одного стану до іншого, породжуючи певний цикл у фазовому просторі.

Конкуруючі відношення були розглянуті для двох множин елементів, що перебувають в одному середовищі. Не порушуючи загальності ці міркування можна поширити на випадок ***n*** множин [3].

Обираємо реальний розслідуваний та добре описаний випадок аварії на залізничному транспорті із нанесенням шкоди природньому середовищу. Це безумовно приводить до порушення екологічної безпеки. Фіксуються наслідки цього випадку. Аномальний процес описується засобами та термінами, закладеними в систему моделювання. Розігруються прогнозовані за допомогою експертного оцінювання сценарії. Отримані результати стосовні динаміки та наслідків процесів порівнюються з реальними даними. Таким чином здійснюється наповнення бази знань певною інформацією, використання якої дозволить в подальшому запобігти непередбачених життєвих ситуацій [2].

Як висновки зазначимо:

– у процесі самоорганізації виникають умови конкуренції;

– конкурентні відношення призводять до розчленування початкового комплексу мультіпараметричних системоутворюючих відношень на групи з більш спрощеною варіацією, але з більш значимою проявою в них певних показників;

– унаслідок принципу ізоморфізму збереження еквіпотенційних станів призводить до послідовної активізації елементів системи, а відтак – до безперервного змінення їх стану та меж цього змінення.

Список використаних джерел

1. Бандурка А.М. Психология власти / А.М. Бандурка, В. А. Друзь. – Харьков: Университет внутр. дел, 1999. – 328 с.
2. Білявський Г. О. Основи загальної екології. – Київ: Либідь, 2005. – 308с.
3. Друзь В. А., Самсонкин В. Н. Единая теорія самоорганизующихся систем. – Киев: Талком, 2022. – 117с.
4. Самсонкин В. Н., Друзь В. А., Федорович Е. С., Заславский А. Н., Моделирование в самоорганизующихся системах. – Д.: 2010.–104 с.

Serkov A., D.Sc. in Engineering Sciences, Professor (NTU "KhPI")
Lazurenko B., Postgraduate Student (NTU "KhPI")
Trubchaninova K., D.Sc. in Engineering Sciences, Associate Professor (UkrSURT)

METHOD OF ASSESSING THE LEVEL OF DISABILITY OF WIRELESS COMMUNICATION CHANNELS

The processes of increasing the noise immunity of wireless channels in the construction of modern digital communication systems (CSS) significantly complicates due to the presence of interference and distortion in the communication channel [1]. Develop practical recommendations for improving the level of secrecy and quality of information, which is based on the comparison of technical indicators of the CSS.

The expediency of assessing the effectiveness of CSS on two indicators - energy and frequency efficiency, which are components and create a common integrated indicator of information efficiency. It is proposed to evaluate the efficiency of CSS by comparing the information efficiency of the selected and reference systems, using the Shannon [2] limit as the ideal ratio of energy and frequency efficiency. Based on the theory of potential noise immunity, the possibility of stable and trouble-free operation of wireless communication channels in conditions where the level of information signal and noise have the same value is shown.

It is shown that the use of ultra-wideband signal technology allows for wireless covert transmission of information with low radiation power [3]. Moreover, the efficiency of digital communication systems is significantly increased by creating an ensemble of complex signal by simultaneous coding and modulation, which expands its information base, providing concealment and energy efficiency in the binary symmetric channel. This allows the most complete use of Shannon bandwidth of the channel with high reliability of information transmission without significantly increasing the signal-to-noise ratio at the input of the receiver.

References

1. Kotelnikov V.A. The theory of potential noise immunity. - M.: Gosenergoizdat, 1956.
2. *Шеннон К.* Работы по теории информации в кибернетике. – М.: ИЛ, 1963.
3. Serkov A., Trubchaninova K., Mezitis M. (2019) Method of wireless transmission of digital information on the basis of ultra-wide signals // Advanced Information Systems. - 2019. – Vol.3, No.4. pp. 33-38, available at: https://doi.org/10.20998/2522-9052.2019.4.04
4. Serkov A.A., Lazurenko B.A., Trubchaninova K.A., Horiushkina A.E. Security Improvement Techniques for mobile applications of Industrial Internet of Things. *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*. Vol. 20, No. 5, P. 145-149. URL: http:// paper.ijcsns.org/07_book/202005/20200519.pdf

Панченко В. В., к.т.н. (УкрДУЗТ)

УДК 656.025.2

АНАЛІЗ ПРИЧИН ВІДМОВ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ РУХОМОГО СКЛАДУ

Діючий в Державі Порядок використання коштів, передбачених у державному бюджеті для оновлення рухомого складу для перевезення пасажирів та модернізації залізничної інфраструктури для розвитку пасажирських перевезень затверджений постановою Кабінету Міністрів України № 447 від 28 квітня 2021 р передбачає фінансове забезпечення заходів з придбання нового та оновлення існуючого рухомого складу [1].

При цьому залізничний транспорт України в умовах воєнного стану є ключовою галуззю, яка безпосередньо впливає на обороноздатність Держави.

Проте, на сьогодні біля 85% усього рухомого складу, який експлуатується на залізницях України є морально застарілим та зношеним, що у нинішніх реаліях приводить до виникнення параметричних відмов електричних систем локомотивів, зокрема тягових електродвигунів (ТЕД).

З огляду на викладене, актуальним є питання пошуку реальних причин відмов ТЕД, їх усунення та боротьба із наслідками.

Існуюча статистика (рис. 1) вказує на те, що більше половини відмов ТЕД становлять пробої ізоляції та міжвиткові замикання в якорях, полюсах та компенсаційних обмотках, а також в їх з'єднаннях. Однією із причин відмов може бути й пошкодження моторно-якірних підшипників [2].

Отримати об'єктивні дані про технічний стан ТЕД можна за допомогою аналізу статистичних даних про несправності та причини відмов, які можна диференціювати таким чином:

- технологічні - 35%;
- експлуатаційні (головним чином незадовільний захист електродвигунів) - 50%
- конструкційні - 15%.

Для вирішення науково-прикладної проблеми підвищення ефективності роботи рухомого складу залізниць на основі розробки науково обґрунтованих методів і засобів контролю технічного стану тягового електрообладнання локомотивів потрібно, зокрема, розробити високочастотні методи контролю параметрів тягового електрообладнання локомотивів з розробкою імітаційних моделей [3], що дозволить здійснювати моніторинг та прогнозуючий контроль їх технічного стану в реальному часі.

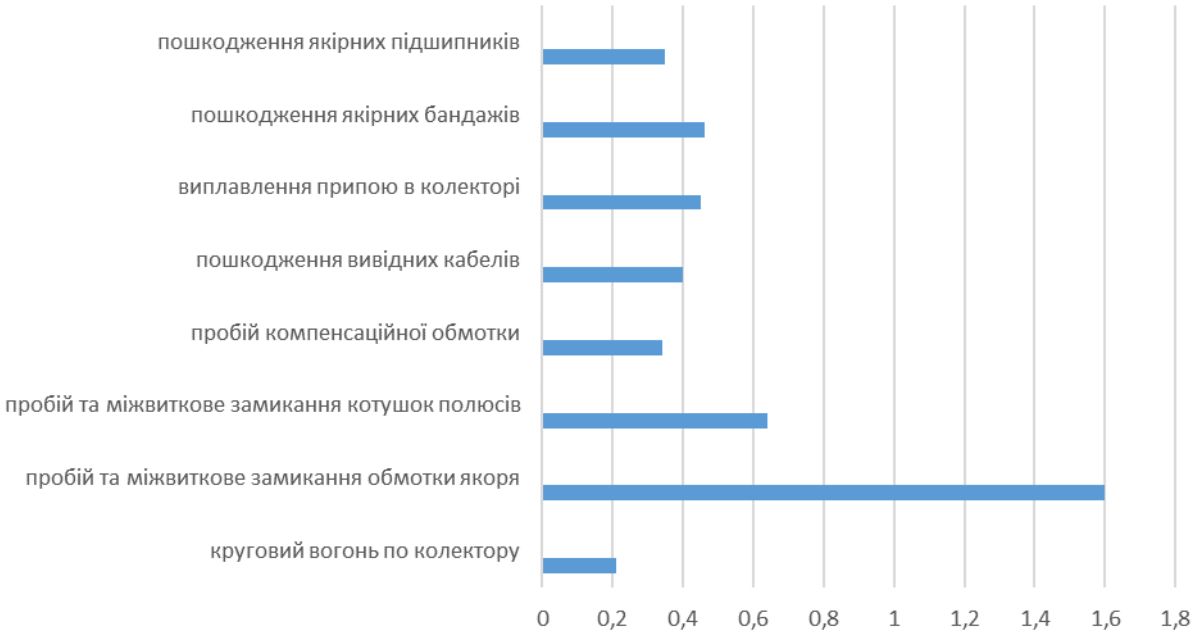


Рис. 1. Діаграма розподілу найбільш значущих пошкоджень елементів ТЕД

Список використаних джерел

1. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/447-2021-%D0%BF#Text
2. Довідник основних показників роботи регіональних філій АТ «Українська залізниця» (2004-2019 роки). Київ, 2020. 39 с.
3. Ананьєва О. М. / Моделювання електричних перехідних процесів у частотно-керованому асинхронному двигуні // О. М. Ананьєва, М. М. Бабаєв, М. Г. Давиденко, В. В. Панченко, Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті, 2022, Вип. 2, С. 23-33.

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

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ТРЕКІНГУ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ

Прагнення підвищити міру безпеки і контролю об'єктів, що охороняються, створення панорамних знімків, відстежування транспортних засобів приводить до збільшення кількості камер в системах відеоспостереження. В даний час все більшого поширення набувають інтелектуальні системи відеоспостереження, до складу яких входить програмний модуль відстежування об'єктів, що рухаються. Його завдання полягає в аналізі потоку даних, що поступає з цифрової камери і автоматичному трекінгу суб'єкта, що пересувається у полі зору камери. Завдання пошуку відповідності між двома зображеннями, виявлення і виділення заданого об'єкту у відеопотоці стає усе більш актуальним.

Останнім часом з'явилося безліч надійних алгоритмів для трекінгу одного об'єкту, проте за наявності декількох об'єктів, необхідно відстежувати відповідність об'єктів поточного фрейму об'єктам попередніх фреймів. Відстежування декількох об'єктів є складним завданням, особливо у разі їх часткового перекриття або значної схожості декількох об'єктів між собою.

У таких ситуаціях використовуються локальні особливості, тобто опорні точки. Цей підхід має на увазі пошук і аналіз тільки пікселів, що привносять найбільший вклад до загальної характеристики зображення. Методи SURF і SIFT, що розглянуті в цій роботі, поєднують в собі і пошук опорних точок, і формування дескриптора - вектору ознак, побудованого по околиці точки з метою подальшого зіставлення дескрипторів особливостей.

У роботі показаний процес розпізнавання заданого зображення на зображенні - сцені в режимі реального часу. Проведено аналіз алгоритмів розпізнавання зображень SIFT та SURF з метою виявлення та виділення дескрипторів, заснованих на областях, що прилягають до ключових точок. Наведено структуру роботи алгоритму та показано, що даний алгоритм може бути використаний для вирішення схожих завдань розпізнавання об'єктів та пошуку в базі даних зображення, найбільш схожого на подане на вхід системи, а також аналізу послідовності зображень, що надходять із відеокамер у режимі реального часу або

взятих із архівних записів.

Швидкість роботи алгоритму можна підвищити шляхом стиснення зображень, зменшення кількості кадрів, що отримуються в секунду. У роботі доведено, що зміна в певних межах масштабу або ракурсу зйомки, розфокусування, поворот зображення, затемнення фону знімка не роблять істотного впливу на погіршення якості розпізнавання зображення.

Список використаних джерел

1. Thambi M.S.S.M.S., Menon M.V.R. Offline text document authorization on the basis SIFT and SURF. IJSTE, 2015, vol. 1, no. 10, pp. 328–331.
2. Milan, A. Mot16: A benchmark for multi-object tracking / A. Milan, L. Leal-Taixe, I. Reid, S. Roth, K. Schindler, 2016. – P. 1-12. arXiv:1603.00831.
3. Redmon, J. YOLO9000: Better, Faster, Stronger / J. Redmon, A. Farhadi // IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). – 2017. – P. 6517-6525.

Ковтун І. В., к.т.н., доцент,
Косіневський О. А., магістрант (УкрДУЗТ)

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПАРАЛЕЛЬНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ АЛГОРИТМУ PackJPG

Швидкий розвиток IT технологій дозволив нині навіть в мобільних пристроях мати більш ніж один процесор, що сприяє швидшому виконанню трудомістких операцій за умови використання алгоритмів паралельних обчислень. Проте, ще далеко не усі програми і алгоритми адаптовані для багатопроцесорної (багатоядерної) архітектури, такі програми працюють неефективно, оскільки не використовують усю потужність сучасних пристроїв.

Тому завдання адаптації алгоритмів для паралельних обчислень є важливим і актуальним. У роботі розглянуто один з найефективніших алгоритмів стиснення зображень без втрат PackJPG, який поступається іншим алгоритмам цієї області лише за часом роботи. Було проведено дослідження можливості адаптації цього алгоритму і його реалізацію для багатопроцесорної архітектури за допомогою технології OpenMP. Виконана порівняльна оцінка часу роботи цього алгоритму і його паралельної модифікації. Актуальність роботи обумовлена ще і тим, що цей алгоритм дає істотну економію об'єму JPEG зображення (до 26%) втрати якості, що недоступно при використанні архіваторів, але вимагає значних витрат часу на стиснення і розпаковування. Швидкість кодування складає 600 кілобайт в секунду. Паралельні обчислення дозволили б скоротити цей час у декілька разів, довівши до прийнятних величин для невеликих зображень.

У роботі був проведений аналіз можливості і ефективності паралельної реалізації на прикладі алгоритму packJPG. В процесі виконання роботи був вивчений стандарт зображень JPEG і його представлення, кодування і декодування. Також здійснений аналіз алгоритмів стиснення JPEG без втрат і виявлені основні переваги і недоліки алгоритму packJPG.

У роботі був здійснений аналіз коду і виявлені його основні компоненти. Ця процедура вимагає масивного рефакторингу існуючого коду. На основі цього було виконано детальніший опис алгоритму.

Список використаних джерел

1. Наконечний А. Й. Цифрова обробка сигналів: навчальний посібник / А. Й. Наконечний, Р. А. Наконечний, В. А. Павлиш. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2010. – 368 с.
2. Rahman, M.A.; Hamada, M. A Semi-lossless image compression procedure using a lossless mode of JPEG. In Proceedings of the 2019 IEEE 13th International Symposium on Embedded Multicore/Many-Core Systems-on-Chip (MCSoC), Singapore, 1–4 October 2019; pp. 143–148.
3. Lee, J.; Yun, J.; Lee, J.; Hwang, I.; Hong, D.; Kim, Y.; Kim, C.G.; Park, W.C. An effective algorithm and architecture for the high-throughput lossless compression of high-resolution images. IEEE Access 2019, 7, 138803–138815.

Шапатіна О. О., к.т.н., доцент,
Крашенінін О. С., д.т.н., професор (УкрДУЗТ)

УДК 656.073

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

На сьогодні розвиток транспортної системи все більше співвідносять із взаємодією видів транспорту, за таких умов особливої уваги заслуговують мультимодальні перевезення. Даний вид перевезення вантажів здійснюється на основі договору мультимодального перевезення, при цьому на всьому шляху застосовується єдиний перевізний документ. Не останню роль в цьому відіграє географія розташування України, яка знаходиться на перетині міжнародних транспортних коридорів, та поєднує країни Європи та Сходу.

Досвід ряду країн підтверджує економічну ефективність мультимодальних перевезень вантажів. Головною особливістю мультимодальної транспортної системи є цілісність й узгодженість всіх процесів виконання доставки вантажів. Мультимодальні перевезення являють собою складний транспортно-логістичний процес, що передбачає обґрунтування

ефективного способу реалізації транспортного процесу, визначення оптимального маршруту, ролі кожного транспорту, організації взаємодії визначених видів транспорту й пунктів перевалки вантажу, оформленню необхідних документів, врахуванню різних факторів ризику тощо.

Впровадження мультимодальних перевезень ставить нові задачі щодо стратегічного розвитку транспортної галузі України, що потребує нових підходів до реалізації транспортних технологій. Наразі одним із головних завдань залізничного транспорту є знаходження балансу між непередбачуваним ринком та отриманням постійного прибутку завдяки забезпеченню нових послуг для клієнтів.

Останнім часом замовники транспортних послуг звертають увагу на прискорення доставки і не обов'язково при найменших витратах, а також на додаткові критерії, до яких належать, наприклад, можливість отримання замовленого товару в чітко визначені терміни, якісне інформаційне супроводження процесу виконання замовлення тощо [1].

Отже, виникає необхідність підвищення ефективності технології мультимодальних перевезень з урахуванням вимог замовників щодо прискорення, вартості та покращення якості доставки. Рішення даної задачі має багатофакторний вплив різних чинників на виконання завдання. Так у загальному вигляді формалізацію такого рішення теоретично складно досягти, тому приймається вирішення цієї задачі за допомогою методів оптимізації.

Реалізація завдання дозволить визначити оптимальну область досягнення мінімальних витрат при перебиранні різних транспортних технологій на основі оптимізації витрат з урахуванням кваліметричного показника [2]. Користуючись отриманими даними, для оператора перевізника легко визначити альтернативні транспортні засоби для забезпечення перевезень для клієнтів. Маневруючи даними, можна коректувати маршрути, оцінювати критичну масу вантажу, оптимальні значення швидкості для отримання мінімальних витрат на перевезення.

Отже, інтеграція України у світову транспортну систему вимагає від нашої країни сучасних рішень. Так поєднання двох видів транспорту для організації мультимодальних перевезень забезпечить необхідний рівень якості доставки, збереження вантажів, економію витрат і підвищення рівня конкурентоспроможності залізничних перевезень.

Список використаних джерел

1. H.O. Prymachenko, O.O. Shapatina, O.S. Pestremenko-Skrypka, A. V. Shevchenko, M. V. Halkevych. Improving the technology of product supply chain management in the context of the development of multimodal transportation systems in the European union countries. International Journal of Agricultural Extension. Special Issue 01/Issues of Legal Regulation in Agrarian and Tourism Space. 2022. P. 77–89.
2. Panchenko S., Lavrukhin O., Shapatina O. Creating a qualimetric criterion for the generalized level of vehicle. Eastern-European journal of enterprise technologies. Kharkiv: PC «Technology center», 2017. Vol. 1, № 3(85). P. 39–45. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.92203.

Примаченко Г. О., к. т. н., доцент,
Тарасов К. О., аспірант,
Григорова Є. І., аспірантка (УкрДУЗТ)

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ МІЖНАРОДНИХ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УКРАЇНІ

Міжнародні залізничні перевезення завжди займали значну частину в світовій та європейській транспортній системі. Не є винятком і українська залізнична система, яка з початку повномасштабного російського вторгнення взяла на себе відповідальність за перевезення військових, гуманітарних та інших стратегічно важливих вантажів, а також за евакуацію мирного населення в інші регіони України та до країн Європейського Союзу. Так, станом на 7 вересня 2022 року 6 мільйонів українців є внутрішньо переміщеними особами, а нижнє число українських біженців становить більш як 7 мільйонів людей, значна частина з яких використовувала саме залізничний транспорт для власної евакуації [1].

На сьогоднішній день міжнародні пасажирські залізничні перевезення з України до країн Європейського Союзу здійснюються через три прикордонних станції, а саме: Мостиська-2 (перемишлянський напрямок), Чоп (угорський напрямок) та Ягодин (варшавський напрямок). При чому кожен із заданих напрямків є достатньо завантаженим. Населеність пасажирських поїздів, не дивлячись на обмеження виїзду за кордон для чоловіків, за даними автоматизованої системи керування пасажирськими перевезеннями Акціонерного товариства «Українська залізниця» у вересні 2022 року варіюється від 80 до 100% для звичайних поїздів, та від 91 до 100% для поїздів категорії Інтерсіті +. Таке високе значення ще раз доказує актуальність даної тематики та перспективність розвитку даного напрямку.

Розробниками даної публікації було проведено аналіз щодо населеності міжнародних пасажирських поїздів так їх затримок на прикордонних станціях. Так, середня затримка пасажирських поїздів на станції Ягодин за період з липня по вересень 2022 року

складає 4,89 хв., на станції Чоп – 25,34 хв., а на станції Мостиська-2 – 50,8 хв., при чому для поїздів за номерами 54/36 Перемишль – Київ, Одеса та 706 (Інтерсіті +) Перемишль – Київ вона була щоденною. Такий великий рівень затримок також впливає і на розклад руху інших поїздів, особливо це стосується поїздів 38 Ужгород – Одеса та 96 Рахів – Київ, які зі Львова до Києва та Одеси прямують як двогрупний поїзд і мусять чекати поїзд 54/36, що запізнюється. Наслідком цього є незадоволення пасажирів та велика кількість претензій до Акціонерного товариства «Українська залізниця». Основною причиною затримок (близько 80%) є оформлення та перевірка документів, як на українському, так і на польському кордоні. Всього через пункт пропуску Мостиська-2 проходить п'ять пар пасажирських поїздів, дві з яких мають категорію Інтерсіті +. Враховуючи це, а також покращення дружніх стосунків між Україною і Польщею, авторами даної публікації було запропоновано створення сумісного митного та прикордонного контролю між польськими та українськими прикордонниками на станції Мостиська-2 згідно з стандартами переглянутою Кіотської Конвенції [2].

Практика застосування сумісних кордонів вже давно використовується у світі, наприклад, між Німеччиною та Польщею (до вступу останньої до Європейського Союзу), США та Канадою та ін. [3]. Таке рішення дозволить значно зменшити затримки та час слідування пасажирських поїздів, покращити якість обслуговування пасажирів та збільшити економічний ефект від міжнародних пасажирських залізничних перевезень.

Список використаних джерел

1. У Радбезі ООН засудили російські фільтраційні табори та назвали кількість українських біженців [Електронний ресурс]. – URL: https://suspilne.media/279443-u-radbezi-oon-zasudili-rosijski-filtracijni-tabori-ta-nazvali-kilkist-ukrainskih-bizenciv/ /. – Дата звернення: 23.10.2022.
2. Міжнародна конвенція про спрощення і гармонізацію митних процедур (Кіотська конвенція) [Електронний ресурс]. – URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_643#Text – Дата звернення: 24.10.2022
3. Балака Є. І., Зоріна О. І., Колеснікова Н. М. та ін. Тенденції розвитку залізничних перевезень в провідних країнах світу. Залізничний транспорт України. 2000. №1. С. 22–23.

Шефер О. В., д.т.н., професор,
Фенько В. В., магістрант
(Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»)

УДК 004.8

РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ НА ОСНОВІ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

У сучасному світі дуже часто згадуються такі поняття як нейронні мережі, машинне навчання та машинній зір. Розвиток якісних та кількісних характеристик обчислювальної техніки та удосконалення методів побудови та навчання нейронних мереж дозволяють вирішувати задачі, які вважаються надскладними для звичайних алгоритмів. Яскравим прикладом є задачі машинного зору, до яких входить класифікація, локалізація, виділення контуру графічних образів і багато іншого. Крім того, зараз досліджуються випадки коли властивості нейронних мереж можна застосовувати на заміну звичайних алгоритмів, наприклад для стискання графічних образів [1].

Більшість нейронних мереж у своїй роботі опирається на одні й ті самі базові принципи, проте вибір оптимальних гіперпараметрів (кількість, параметри та способи організації зв'язків структурних блоків мережі, функції активації та втрат, метод оптимізації функції втрат та інше) може сильно відрізнятися в залежності від задачі, що вирішується. Таким чином, розв'язання кожної окремої задачі зводиться до емпіричного дослідження з вибору оптимальної архітектури мережі та інших параметрів для її ефективного навчання [2].

Розроблення програмного забезпечення із графічним інтерфейсом, що дозволяє виводити статистику навчання мережі (значення параметрів при навчання мережі, візуалізація активацій виходів згорткових шарів та інші параметри, що дозволяють відстежувати поведінку роботи мережі), може значно спростити вибір оптимальних початкових гіперпараметрів мережі для її подальшого навчання.

Окрім вищеперерахованих функцій дане програмне забезпечення, для ефективного навчання нейронних мереж у задачах машинного зору, повинно включати наступні структурні блоки:

- Система вводу/виводу із відповідним графічним інтерфейсом для завантаження навчальних даних (наприклад, промаркованих зображень для задач класифікації) та збереження/завантаження налаштувань мережі для її використання у подальшому;
- Можливість автоматичного збереження

параметрів мережі під час навчання (на кожній ітерації) для того щоб повернутися до оптимальних параметрів у разі помилки;

- Інтерфейс створення топології мережі та налаштування параметрів її окремих структурних блоків.

- Програмна реалізація усіх необхідних для роботи та навчання мережі алгоритмів.

За основу для такого програмного забезпечення можна брати готовий фрейворк для глибокого машинного навчання або реалізувати усю логіку роботи мережі самостійно у рамках конкретного проєкту (якщо є необхідність). Наявність такого програмного забезпечення у відкритому доступі дозволить редагувати окремі структурні блоки, що забезпечує гнучкість.

Загальна ідея розробки такого програмного забезпечення полягає в тому, що графічний інтерфейс значно простіший для сприйняття і забезпечує кращі можливості з повторного використання, адже окремі етапи побудови та налаштування моделі мережі можна спростити (сховати за інтерфейс).

Таким чином, розроблене програмне забезпечення дозволяє зменшити час на побудову та вибір параметрів для навчання моделі мережі. Подальші дослідження спрямовані на вирішення задач машинного зору (класифікації, стискання графічних образів) в рамках даного програмного забезпечення.

Список використаних джерел

1 Carsten Steger. Machine Vision Algorithms and Applications / Carsten Steger, Markus Ulrich, Christian Wiedemann., 2018. – 516 с.

2 Guanghui Lan. First-order and Stochastic Optimization Methods for Machine Learning / Guanghui Lan., 2020. – 582 с.

Жученко О. С., к.т.н., доцент (УкрДУЗТ), Карпук В. Ю., магістрант (Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»)

УДК 621.39

РОЗРОБКА ПРОТОКОЛУ ТЕЛЕМЕТРІЇ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНО-КЕРОВАНОЇ ТЕХНІКИ ТА ЙОГО ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ В УМОВАХ ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ

У сучасному світі є популярним використання дистанційно-керованої техніки такої як: обладнання розумного будинку чи безпілотні літальні апарати (БПЛА). Для можливості їх роботи потрібні протоколи прикладного рівня, що зможуть описати правила обміну інформацією між ними та між людиною, яка є їх оператором. Наявність такої потреби підтверджується існуванням таких протоколів для дистанційно-керованої техніки як ModBus, UAVCan, UranusLink, MavLink, MQTT, CoAP тощо [1]. Однак, ці протоколи мають недоліки, які за певних умов можуть перешкоджати їх безпосередньому застосуванню, наприклад ModBus, UranusLink, MavLink передають дані у відритому форматі без можливості шифрування, MQTT та CoAP не мають можливості потокової передачі відео, MavLink маючи багатий функціонал є доволі складним для його імплементації розробником.

Альтернативним рішенням є розробка та реалізація власного протоколу для телеметрії та дистанційного управління, який може передавати потокові аудіо та відео дані, легкість реалізації для розробника та надає додаткову можливість шифрування трафіку.

Протокол є прикладним та призначений для обміну даними між керуючим оператором та дистанційно-керованою технікою. Цей протокол може використовуватися для віддаленого управління, моніторингу чи налаштування різної техніки.

Протокол працює поверх транспортного рівня тому він займає місце 7-го рівня у мережевій моделі OSI або 4-й прикладний рівень у моделі TCP/IP [2]. За рахунок цього він може бути переданий по будь-якому середовищу передачі.

Однією із головних особливостей є легкість його реалізації та використання для розробника. Зазначимо основні особливості протоколу телеметрії:

- протокол може передавати різні типи даних: команди керування, телеметричні дані, аудіо і відео потоки та спеціальні службові повідомлення;

- в залежності від типу даних, що передаються, протокол має різні механізми гарантії їх доставки та перевірки цілісності;

- у протоколі є необов’язкова можливість шифрування трафіку;

- більшість типів повідомлень мають представлення у двійковому вигляді, але частина має текстовий формат. Такий підхід забезпечує гнучкість розробки та невелике використання надлишкових даних;

- протокол може визначати пріоритет пакетам передачі. Такі пакети будуть оброблятися швидше.

Для розробки протоколу телеметрії створено декілька можливих типів повідомлень (рис. 1), керуючись загальноприйнятими рекомендаціями розробників протоколів [3]. Особливу увагу приділялося зменшенню розміру пакету із збереженням функціональності та гнучкості розробки для подальшої можливої модернізації.

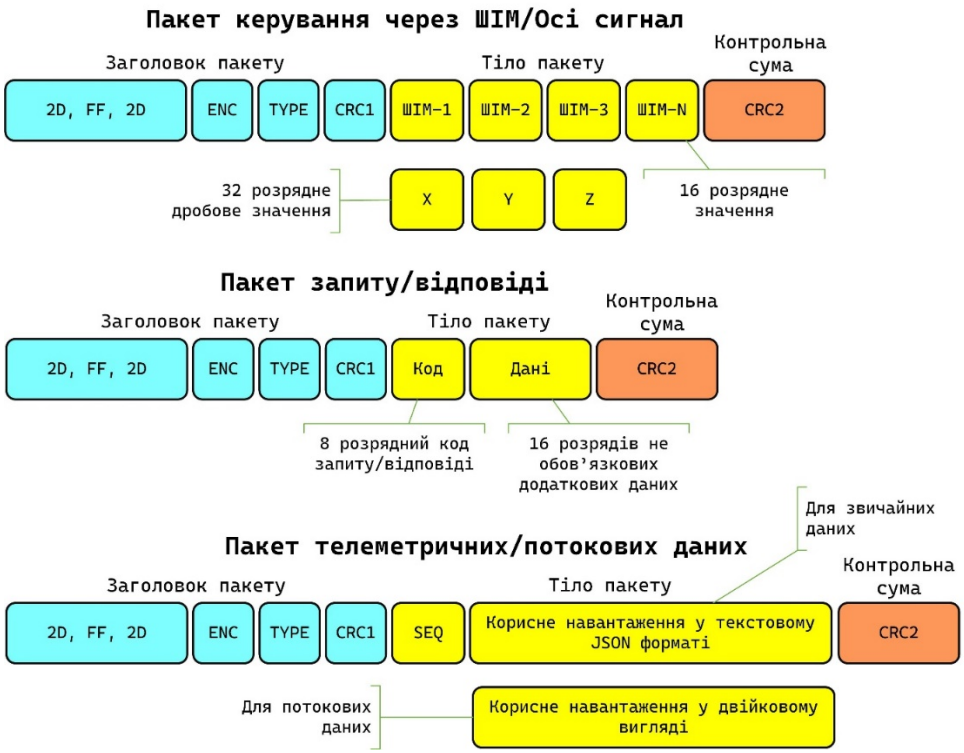


Рис. 1. Розроблені структури пакетів повідомлень протоколу телеметрії

Таким чином розроблена система повідомлень для протоколу телеметрії, яка дозволяє:

- в залежності від типу повідомлення передавати дані у текстовому чи двійкову форматі;
- контролювати послідовність даних для забезпечення їх цілісності;
- гарантувати доставлення важливих даних;
- виявляти помилки при передачі;
- шифрувати корисне навантаження.

Напрямком подальшої роботи є дослідження роботи протоколу телеметрії в середовищах симуляції наприклад jMAVSim чи GazeboSim. Таким чином отримані дані результатів тестування дозволять провести оновлення протоколу телеметрії для управління реальними БПЛА чи іншою дистанційно-керованою технікою.

Список використаних джерел

1. Comparative study of IoT protocols / Sakina Elhadi, Abdelaziz Marzak, Nawal Sael, Soukaina Merzouk, 2018. – 5 с.
2. Book cover Book cover Guide to OSI and TCP/Mohammed M. Alani. Guide to OSI and TCP/IP Models / Mohammed M. Alani., 2014.
3. Rescorla E. Writing Protocol Models RFC 4101 - IETF/ Rescorla E., 2005. – 22 с.

Гаєвський В. В., к.т.н.
(ТОВ «НВП «Залізничавтоматика», Харків)

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДОЛОГІЇ РОЗРОБКИ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ РУХОМ ПОЇЗДІВ

Індустріальний світ все твердіше стає на шлях підтримки Індустрії 4.0. Але ще багато галузей промисловості застрягли в нейтральному стані. Нажаль це не оминуло і залізничний транспорт.

Промисловий Інтернет речей (IIoT), штучний інтелект (AI) та машинне навчання (ML), Digital Twins, Big Data предиктивна аналітика та обслуговування є основними інструментами шодо впровадження Технічного Обслуговування 4.0 (ТО4.0) яке має змінити сам підхід до експлуатації як технічних засобів залізничного транспорту так і промисловості в цілому. Це дозволить максимізувати час безперебійної роботи систем керування за рахунок мінімізації їх незапланованого та реактивного обслуговування.

Більшість систем керування рухом поїздів (СКПР) що експлуатуються на залізницях загального та незагального користування, муніципального рейкового транспорту засновані на функціонуванні, що не залежить від процесу технічного обслуговування (ТО). Системи керування не знаходяться у діалоговому

режимі з людиною - оператором, не оцінюють його компетентність і правильність алгоритму його дій у відповідальних ситуаціях, не контролюють своєчасність, повноту та якість проведення ТО. Статистичні данні свідчать, що значна кількість порушень безпеки руху відбувається саме через помилки технічного персоналу при його проведенні тобто через людський фактор.

Наразі необхідно мінімізувати ці впливи за рахунок інтеграції існуючої практики та знань про експлуатацію та обслуговування (Operation and maintenance, O&M) з новими цифровими технологіями.

Згідно з EN 50126 [1] відомості про процес експлуатації системи керування рухом поїздів (СКПР), проведення та контроль якості виконання ТО, розробка заходів щодо уникненню небезпечних станів систем та зменшенню небезпечних наслідків, з урахуванням впливу людського фактору є одним з технічних принципів для їх безпеки.

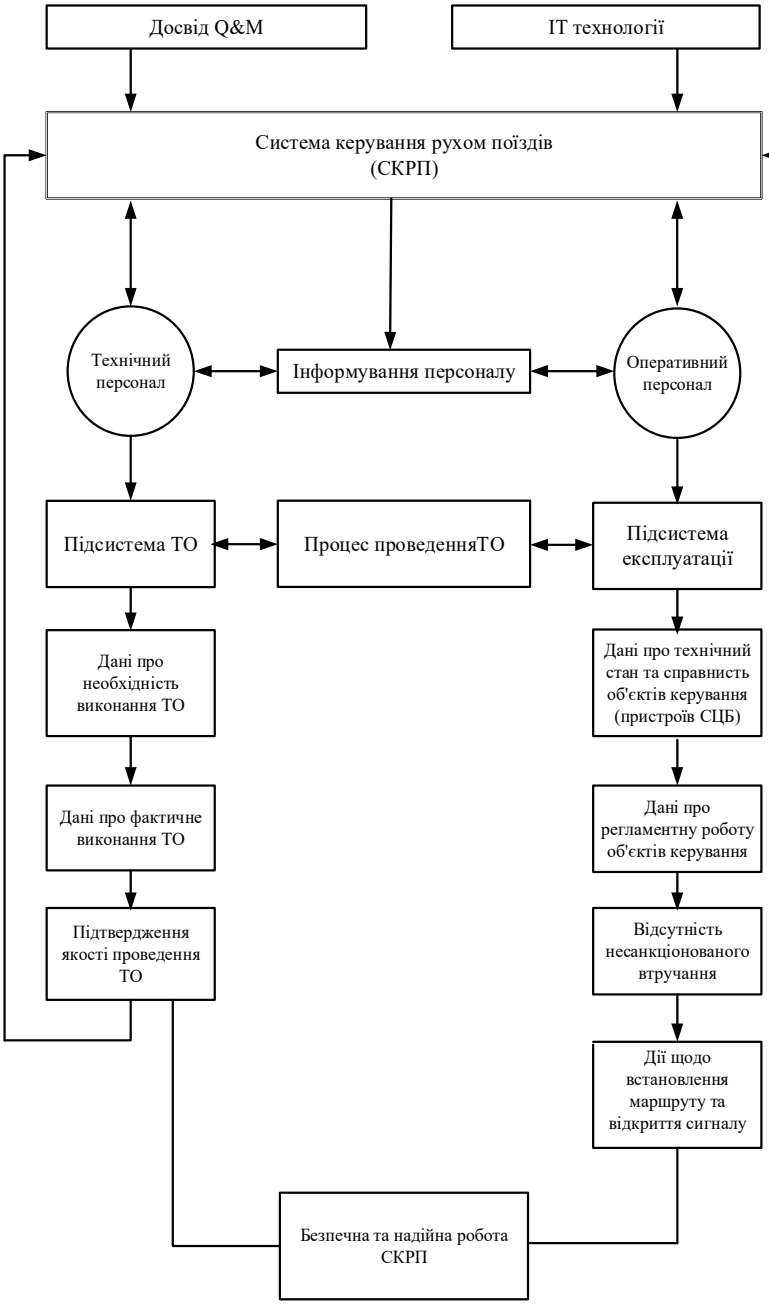
Виходячи з аналізу наукових праць з теорії систем і системного аналізу та психології та особливостей систем із самоорганізацією [2,3,4,5] існують загальні особливості професійної діяльності та принципи професійної діяльності, як складової частини практичної діяльності людини що є необхідною складовою для впровадження ТО 4.0 (табл. 1).

Таблиця 1

Практична діяльність людини	
Загальні особливості професійної діяльності	Принципи професійної діяльності
Унікальність і непередбачуваність людської діяльності в конкретних умовах	Ієрархічність - Операційна - Тактична - Стратегічна
Здатність адаптуватися до умов середовища і перешкод (зовнішніх і внутрішніх), що змінюються	Інтегративність (цілісність, здатність самостійно орієнтуватись в ситуації)
Здатність до цілеутворення	Комунікативність (зв’язки з діяльністю інших людей)
Здатність протистояти руйнівним тенденціям (зовнішнім і внутрішнім);	Історичність (використання попереднього досвіду)
Здатність розробляти різні варіанти цілеутворення і цільового виконання	Адекватність (згідно формулювання У.Р. Ешбі)
Здатність до самоорганізації і саморозвитку	

Поєднання технічних принципів процесу експлуатації та проведення ТО систем керування та принципів професійної діяльності людини примушує нас майже кардинально переробити методологію розробки та логіку функціонування сучасних СКПР.

При розробці сучасних систем СКПР в них треба передбачати функції: пізнавальну (отримання та засвоєння накопичених знань), перетворювальну (перетворення навколишньої дійсності з урахуванням змін зовнішнього середовища), ціннісно-орієнтовну (встановлення відношень між об'єктом і суб'єктом), інтерактивну (забезпечення взаємодії між людиною і системою). Також СКПР повинна мати: можливість вирішення проблем, де вже є накопичений позитивний досвід їх вирішення, або ж «підвищувати» кваліфікацію у процесі вирішення проблеми; декілька варіантів вирішення цих проблем; можливість легкої зміни, коригування та модернізації окремих її компонентів та легкого адаптування до умов, що змінюються і наведено на рис. 1.



Нові функції та можливості СКРП	
Функції	Можливості
Пізнавальна (знання)	Вирішення проблем з використанням досвіду
Перетворювальна -практична -проектуєма	Мається декілька варіантів вирішення
Цілісно-орієнтована	Легка зміна, коригування, модернізація
Інтерактивна	Адаптація до умов що змінюються

Рис. 1. Перспективна СКРП з новими функціями та можливостями

Список використаних джерел

1. EN 50126-1:2017 CENELEC Спецификация и доказательство надежности, эксплуатационной готовности, ремонтнопригодности и безопасности (RAMS) для использования на железных дорогах. CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels., 2017. 106 с.
2. Теорія систем і системний аналіз: навчальний посібник; О. А. Балтовський, К. Ю. Ісмайлов, О.І. Сіфоров, Г. В. Форос, О. М. Заєць; за заг. ред. Балтовського О.А. Одеса: РВВ ОДУВС, 2021. 156 с.
3. Варенко В. М., Братусь І. В., Дорошенко В. С., Смольников Ю. Б., Юрченко В. О. Системний аналіз інформаційних процесів: Навч. посіб.; В.М. Варенко, І. В. Братусь, В. С. Дорошенко, Ю.Б. Смольников, В.О. Юрченко. – К.: Університет «Україна», 2013. – 203с.
4. Прищак, М. Д. Психологія управління в організації: навчальний посібник; М. Д. Прищак, О. Й. Лесько. [2-ге вид., перероб. і доп.]. – Вінниця, 2016. – 150 с.
5. Ashby W. Ross. An introduction to cybernetics – London, Chapman & Hall ltd, 37 Essex Street wc2,

1957 – 295 p. URL http://dspace.utalca.cl/bitstream/1950/6344/2/IntroCyb.pdf (дата звернення 14.10.2022)
6. Гаєвський В. В. Науково – практичні аспекти використання інтерактивних засобів моніторингу функціонування пристроїв залізничної автоматики. Міжнародна науково – практична конференція «Впровадження перспективних мікропроцесорних систем залізничної автоматики та засобів телекомунікації на базі цифровізації» 27-28 вересня 2018 р, м. Харків.
7. Мойсеєнко В. І., Огар О. М., Гаєвський В. В. Розвиток залізничних цифрових систем та технологій у контексті інженерії 4.0. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2019. №3. С. 11-20.

Nerubatskyi V. P., PhD, Associate Professor,
Hordiienko D. A., Postgraduate
(UkrSURT)

UDC 621.38

PROSPECTS FOR THE APPLICATION OF FRID EQUIPMENT IN RAILWAY TRANSPORT

Innovative development of railway transport involves increasing the efficiency of operation, maintenance and management of the railway industry [1].

One of the innovative solutions is the implementation of high-frequency marking systems for freight and passenger trains, railway tracks and transport hubs. With this method of radio-frequency identification (RFID) of objects, data is read or recorded using radio signals [2]. For the purpose of coordinated and uninterrupted operation of railway transport, the movement of all trains is controlled to form a common information system.

RFID equipment is an effective tool for creating tracking systems not only for locomotives, passenger and freight cars, but also for their constituent parts, for example, wheel pairs [3].

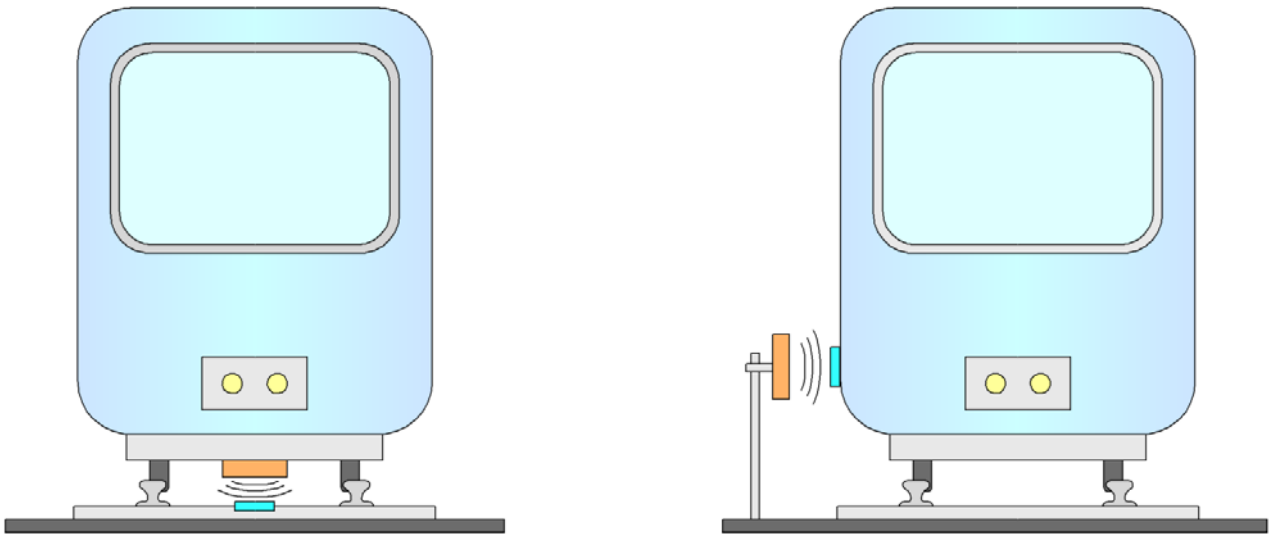
Placement of RFID equipment is possible both on rolling stock and outside rolling stock (along railway tracks) (Fig. 1).

The task of warehouse accounting is also effectively solved. One of the main advantages of RFID is the possibility of application in maintenance, repair and operation processes:

– service of railway transport operators;
– current and major repairs;
– rental and leasing of assets;
– identification and accounting of important spare parts.

The main characteristics of RFID components for use in the field of railway transport are:

– RFID tag scanning from a distance – range from a few centimeters to 20 meters for passive RFID tags, up to 60 meters for semi-passive and hundreds of meters for active RFID tags;
– lack of contact of the RFID tag with the reader or their direct visibility;
– unlimited lifetime of passive RFID tags;
– the possibility of storing information directly on the electronic tag and its reading;
– integration into the IT infrastructure of the enterprise, for this purpose all necessary interfaces are provided.



a) *b*)

Fig. 1 RFID equipment placement scheme:
a – on rolling stock; *b* – outside rolling stock

RFID equipment and RFID tags are designed to work in harsh operating conditions. Equipment and tags, depending on the task, have different parameters. In general, tags can be made:

– in different versions: in the case or in the form of stickers;

– with different levels of IP dust protection and moisture protection;

– with a different temperature range of operation;

– in a vibration-resistant design: resistant to transport vibration and impact.

The most general structure of the RFID system consists of:

– RFID tags that are attached to the identification object – the wagon or its components;

– RFID reader;

– RFID antennas.

The reader works either autonomously (it records the RFID tags with the time of detection, at the same time it can control a relay or a digital port), or under the control of a computer that is part of the IT infrastructure of the enterprise.

When it is necessary to identify the object on which the RFID tag is installed, the RFID antenna of the reader is activated (or the reader is always in polling mode), in response, the tag transmits a unique Electronic Product Code number or serial number of the TID tag, or additional data recorded in memory of the label, then the information is transferred to the computer, after which the system works according to the algorithms implemented in it.

Thus, the main advantage of using RFID equipment in the field of railway transport is obtaining real-time data on the state of critical elements during production, maintenance and delivery.

References

1. Nerubatskyi V., Plakhtii O., Hordiienko D., Podnebenna S. Synthesis of a regulator recuperation mode a DC electric drive by creating a process of finite duration. *2021 IEEE 3rd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON)*. 2021. P. 272–277. DOI: 10.1109/UKRCON53503.2021.9575792.
2. Nikolov D., Nenov N., Yosifova D. RFID Electronic Sensor System for Rolling Stock Recognition in Motion. *2018 41st International Spring Seminar on Electronics Technology (ISSE)*. 2018. P. 1–5. DOI: 10.1109/ISSE.2018.8443653.
3. Kostrominov A. M., Tyulyandin O. N., Nikitin A. B., Vasilenko M. N., Osminin A. T. RFID-Based Navigation of Subway Trains. *2020 IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS)*. 2020. P. 1–6. DOI: 10.1109/EWDTS50664.2020.9225125.

Nerubatskyi V. P., PhD, Associate Professor,
Hordiienko D. A., Postgraduate,
Philipjeva M. V., Postgraduate
(UkrSURT)

UDC 621.39

PROSPECTS FOR THE APPLICATION OF SATELLITE NAVIGATION TECHNOLOGIES IN RAILWAY TRANSPORT

Currently, digital railway platforms are being actively developed, where intelligent transport systems have applications corresponding to them, and with the help of these applications, real-time control and exchange of information. Complex applications involve real-time data integration. The most requested information for trains and railway tracks is communication centralization and blocking devices, automation devices, control of rolling stock infrastructure [1].

An important role is played by ensuring interaction with intelligent rolling stock. Cloud architecture technologies allow you to create a data processing algorithm, perform subsystem analysis and simulation with data transfer between railway stations, highways and rolling stock [2].

Hardware and software of mobile communication systems in integration with satellite navigation technologies are highly reliable in operating conditions [3]. Wireless technologies are widely used in the system, which allow to quickly transfer information about the technical condition of individual components and assemblies without interfering with the design of the rolling stock. With the help of the GPS navigator included in the system, the location of the train is constantly determined with the indication of the nearest station. At the moment of approaching the end station, the information is transmitted via a wireless network to the depot server to the personnel responsible for the diagnostics of the rolling stock.

The following systems can be introduced into the complex of satellite technologies and technical solutions for railway transport:

– suburban transportation control system based on GPS satellite navigation data, which allows for operational control not only of the location, but also of the train traffic parameters;

– system for ensuring traffic safety during shunting operations and marshalling yards;

– planning, monitoring and analysis system that optimizes the management of repair and maintenance of the railway infrastructure;

– system of dispatch control over the performance of work on the efficiency of the use of mobile rail lubricants;

– dispatcher control system for special self-propelled vehicles;

– system for monitoring the deployment and decision support for the direction of recovery trains.

The general idea of introducing integrated information and control systems has the main purpose of optimizing the management of the infrastructure and the transportation process while ensuring a high level of train traffic safety.

The introduction of modern movable communication systems in integration with satellite navigation technologies makes it possible to approach the solution of another urgent problem - ensuring the energy-optimal movement of trains. Locomotives can be warned in advance via a digital radio channel of emerging speed limits. In addition, the organization of freight traffic will lead to the need to use capacity reserves to obtain the maximum effect of freight traffic.

References

1. Nerubatskyi V. P., Plakhtii O. A., Hordiienko D. A., Syniavskyi A. V., Philipjeva M. V. Use of modern technologies in the problems of automation of data collection in intellectual power supply systems. *Modern engineering and innovative technologies*. 2022. Issue 19. Part 1. P. 38–51. DOI: 10.30890/2567-5273.2022-19-01-058.
2. Wang X., Liu L., Tang T., Sun W. Enhancing communicationbased train control systems through train-to-train communications. *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst*. 2019. Vol. 20, No. 4. P. 1544–1561.
3. Grosch A., Crespillo O. G. Impact of Unknown Digital Map Errors on Satellite-based Navigation in Railway. *2020 European Navigation Conference (ENC)*. 2020. P. 1–12. DOI: 10.23919/ENC48637.2020.9317448.

Геворкян Е. С., д.т.н., професор,
Нерубацький В. П., к.т.н., доцент,
Гордієнко Д. А., аспірант
(УкрДУЗТ)

УДК 620.18

ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ НАНОПОРОШКІВ ОКСИДУ АЛЮМІНІЮ ТА ЦИРКОНІЮ

У сучасних технологічних процесах, які використовують операції різного термомеханічного впливу, широке поширення одержали пристрої з елементами на основі корундової кераміки сполуки Al_2O_3. Постійно зростаючі й більш жорсткі умови експлуатації таких елементів ініціюють роботи з удосконалювання виробів з корундової кераміки, зокрема, підвищенню її міцності, ударної в'язкості і термостійкості.

Однієї з областей використання керамічних матеріалів на основі корундової кераміки є виготовлення з них високоефективних різальних пластин, що не переточуються, для обробки високотвердих сплавів різних металів, а також зносостійких сопел і волок для калібрування металевого дроту. Як правило, різальні матеріали із кераміки використовуються в режимі безперервного гостріння на заключних стадіях металообробки. На початкових стадіях різання при переривчатому гострінні і ударних навантаженнях використовують інструмент із швидкорізальних сталей і твердих сплавів.

Різальний інструмент на основі корундової кераміки, виготовлений методом гарячого пресування, має такі характеристики:

– міцність на вигин – 400…600 МПа;
– ударна в'язкість – 4…6 МПа·м$^{1/2}$;
– твердість – 91…93;
– коефіцієнт теплопровідності матеріалу – 10…12 Вт/м·град;
– гранична температура – більше 1000 °С.

Властивості корундової кераміки можуть змінюватися за рахунок введення певних добавок і використання різних технологій формування виробів. Останнім часом забезпечення необхідної структури матеріалу на основі корундової кераміки досягається введенням у корундову матрицю тонкодисперсних часток діоксиду цирконію ZrO_2 і їхнім рівномірним розподілом за усім об'ємом матеріалу [1]. Фазові перетворення діоксиду цирконію дають змогу створити в корундовій кераміці трансформаційно-зміцнену структуру, що в умовах підвищених термомеханічних навантажень перешкоджає руйнуванню кераміки [2].

При спіканні (у тому числі під тиском) порошків корунду і діоксиду цирконію (порошкова суміш із 15 % ZrO_2) з розміром часток 1…2 мкм можна одержати керамічний матеріал зернистістю 2…5 мкм з такими фізико-механічними властивостями:

– міцність на вигин – 600…900 МПа;
– ударна в'язкість – 10…12 МПа·м$^{1/2}$;
– твердість – 91…93;
– коефіцієнт теплопровідності матеріалу – 16…20 Вт/м·град;
– гранична температура – більше 1000 °С.

Використання порошків Al_2O_3 і ZrO_2 з нанорозмірними частками дає змогу при спіканні одержати керамічні матеріали з розміром зерен 50…300 нм з помітно більш високими механічними властивостями (межею міцності на вигин більше 2000 МПа і ударною в'язкістю ~ 15…20 МПа·м$^{1/2}$).

Керамічні матеріали з такими параметрами можуть успішно замінити значну частину твердосплавних інструментів, які використовуються при металообробці. З огляду на підвищену (у порівнянні із твердосплавними) твердість керамічних інструментів, можна чекати значного підвищення продуктивності виробництва і одержання за рахунок цього економічного ефекту.

Список використаних джерел

1. Gevorkyan E., Nerubatskyi 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. Krzysiak Z., Gevorkyan E., Nerubatskyi V., Rucki M., Chyshkala V., Caban J., Mazur T. Peculiarities of the phase formation during electroconsolidation of Al_2O_3–SiO_2–ZrO_2 powders mixtures. *Materials.* 2022. Vol. 15, Issue 17. 6073. DOI: 10.3390/ma15176073.

Tsybina I. Yu., Master
(Kharkiv National University of Radio Electronics)

UDC 658.56

INCREASING THE LEVEL OF QUALITY IN THE PRODUCTION AND ECONOMIC ACTIVITIES OF THE ENTERPRISE

The need to ensure proper quality in the processes of design, manufacture and use of new products requires the use of a certain system of indicators in the production and economic activities of enterprises, which allows determining and controlling the quality level of all types of products [1, 2]. The assessment of product quality involves determining its absolute, relative, prospective and optimal level [3].

The absolute quality level of the choice is found by calculating the indicators selected for its calculation without comparing them with the corresponding indicators of similar products. Determining the absolute level of quality is insufficient, since the absolute values of quality indicators alone do not reflect the degree of its compliance with modern requirements. Therefore, along with this, the relative level of quality of certain types of manufactured products is determined, comparing its indicators with the absolute quality indicators of the best similar domestic and foreign samples of products.

The level of product quality under the influence of scientific and technical progress and consumer requirements should tend to increase. In this regard, there is a need to assess the quality of products based on its prospective level, which takes into account the priority directions and rates of development of science and technology. For new types of products and, first of all, work tools, it is also advisable to determine the optimal level of quality, that is, the level at which the total value of public costs for the production and use of products under certain conditions of their consumption would be minimal.

The company's product quality assurance system, which is a component of the company's overall quality management system, covers the purchase of raw materials and materials, production, quality control, and sales and provides a set of organizational and technical measures to ensure quality compliance.

In connection with the strengthening of market globalization trends and Ukraine's accession to the European Union, there is a need to build management systems for domestic enterprises that would contribute to increasing the competitiveness of Ukrainian products and the national economy as a whole.

References

1. Liang W., Wang H., Krim H. A behavior-based evaluation of product quality. *2016 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*. 2016. P. 1916–1920. DOI: 10.1109/ICASSP.2016.7472010.
2. Galin D. Evaluation of Products for Conformance. *Software Quality: Concepts and Practice*. 2018. P. 213–221. DOI: 10.1002/9781119134527.ch12.
3. Song J., Guo Q., Zhao L., Li L. Research on product using quality level evaluation. *2012 International Conference on Quality, Reliability, Risk, Maintenance, and Safety Engineering*. 2012. P. 1108–1111. DOI: 10.1109/ICQR2MSE.2012.6246415.

Shapoval G., Associate Professor, Ph.D.,
Osaulenko V., master
Shapoval A., master,
(Ukrainian State University of Railway Transport)

UDC 656.212.5

ORGANIZATIONAL AND LEGAL BASIS OF FORMATION OF TECHNOLOGY OF CUSTOMS CLEARANCE OF CARGO ON RAILWAY TRANSPORT

At present, there is a tendency to increase the volume of international cargo flows that require customs clearance. One of the main carriers of export and import cargo is rail transport. Its advantages over other modes of transport are regular traffic, high speed, significant throughput and carrying capacity. Favorable geographical position of Ukraine and the presence of a developed network of railways contributes to the attraction of international transit traffic.

The main elements of the railway infrastructure, which are involved in the service of international freight flows, are railway stations located in the border area. According to their main purpose, they received the status of border transmitting stations. The peculiarities of their work include a clear interaction of individual units, namely the border, customs and railway services. It is mandatory to comply with the established agreements with the relevant units of neighboring countries on the passage of trains.

Failure to comply with the established regulations in the execution of documents and train maintenance leads to non-compliance with the terms of delivery of goods in international traffic.

Analysis of the main causes of delays in international freight traffic indicates the need to pay considerable attention to the correctness of the design of transport documents. This is possible when using the CIM/SMGS railway consignment note, unified according to the requirements of Eastern and Western transport law, as a basic transportation document. It does not need to be reissued when crossing the border and is an electronic copy of the transit declaration. Its use greatly simplifies the procedure of customs clearance of goods.

In order to speed up the processing of international freight flows during transportation by rail, the technology of checkpoints should be improved. It is necessary to unify the common European standards of work technology, to introduce the use of electronic information and document management for international cargo flows.

One of the possible directions for Ukraine may be the introduction of a risk analysis and management system in improving the technology of customs clearance of goods.

Different rating systems can be used to assess risk and determine the magnitude of its impact. Since 2003 The World Customs Organization has developed a standardized risk assessment.

The introduction of a risk management system for servicing international freight flows at border railway stations reduces operating costs for transportation by:

- reducing the duration of operations related to the expectation of processing a set of transport documents and the implementation of customs procedures at checkpoints;
- improving the use of vehicles;
- reducing the number of cases of loss of cargo, separation of goods and documents.

On the other hand, additional income can be obtained from:

- expansion of the complex of transport services and application of modern transport technologies, improvement of information support;
- provision of additional information services to cargo owners, exporters and importers to control the transportation process.

Improving the organizational and legal framework for customs clearance of goods during transportation by rail requires the development and implementation of information and management systems. This will make it possible to streamline the existing technology for processing international cargo flows by reducing the time to perform the full range of operations at border stations. In turn, consistency in the work of adjacent units will reduce the number of detained cars.

References

1. Prokopenko V. Execution of customs formalities when moving goods across the customs border of Ukraine by different modes of transport. - Dnipro: University of Customs and Finance, 2018, 336 p.
2. On approval of the Procedure for risk analysis and assessment, development and implementation of risk management measures to determine the forms and scope of customs control: Order of the Ministry of Finance of Ukraine, 31.07.2015. № 684. URL: https://tax.gov.ua/zakonodavstvo/mitne-zakonodavstvo/nakazi/63959.html
3. Aleshinskiy E., Naumov V., Pestremenko-Skripka O. The modeling of technological processes at border transfer stations in Ukraine. *Technical Transactions. Fundamental Sciences. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej*. 2018. Vol.6. P.43-54.

Жученко О. С., к.т.н., доцент (УкрДУЗТ),
Горжій Д. О., магістрант (Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»)

УДК 621.39

КОРПОРАТИВНІ МЕРЕЖІ IP-ТЕЛЕФОНІЇ НА ОСНОВІ ГНУЧКОГО КОМУТАТОРА

На сьогоднішній день практично не існує таких організацій або компаній, які б не користувалися системами IP-телефонії. На відміну від аналогових і мобільних засобів зв’язку, IP-телефонія передає голосовий сигнал по бездротовим інтернет-каналам, завдяки цьому спілкування через Всесвітню мережу не потребує прокладання телефонних ліній. Також не потрібно купувати обладнання для офісної АТС. Віртуальна АТС на основі IP-телефонії підтримує ряд корисних функцій, які недоступні звичайному телефону, а ціни на послуги та тарифи значно дешевші ніж у традиційних системах. Розглянемо основні переваги IP-телефонії в порівнянні з аналоговою:

- IP-телефонія може задовольнити всі потреби у зв'язку та швидкості передачі різних її видів, в той час як мережі аналогової телефонії вже давно застаріли і не задовільняють потреби корпорацій;
- перехід на IP-телефонію сильно скорочує витрати вже з першого місяця користування;
- легкість управління даними дозволяє отримати доступ до будь-яких статистичних даних, встановлювати рамки витрачання коштів, а також встановлювати обмеження на вихідне з'єднання з різними абонентами;
- за допомогою віртуальної АТС можна побудувати офісну структуру незалежно від масштабів бізнесу та оперативно налаштовувати її. Більшість функціональних можливостей реалізується через

«хмарні» технології.

Дану роботу присвячено дослідженню принципів побудови корпоративної мережі IP-телефонії на основі гнучкого комутатора. Інтерес до неї викликає її актуальність, яка полягає в тому, що IP-телефонія поступово витісняє традиційну телефонію і активно використовується в різних підприємствах. Тому дана робота є актуальною, передбачає розв'язування задач інноваційного, дослідницького характеру.

В роботі розглянуто поняття корпоративної мережі IP-телефонії, схеми її побудови на базі VoIP-шлюзів та на базі IP-АТС, проаналізовано поняття Softswitch, його архітектуру, приклади програмних комутаторів.

На наступних етапах за допомогою ПЗ VirtualBox було створено віртуальні машини та об'єднано їх в одну мережу. Підключено до них IP-телефонію за допомогою софтфонів YateClient і виконано тестовий дзвінок на sipnet.net.

Також розглядалося встановлення віртуальної машини з IP-АТС FreePBX, яка має все необхідне для створення повноцінної офісної IP-АТС, постійно оновлюється, а встановлення не має особливих труднощів завдяки простоті інтерфейсу. Налаштовано дану систему, створено віртуальні номери, та виконано успішні дзвінки з однієї віртуальної машини на іншу.

Напрямом подальших досліджень є визначення вимог до пропускної здатності та продуктивності обладнання.

Список використаних джерел

1. Building Telephony Systems with OpenSER / E. Goncalves, 2008.
2. FreePBX 2.5 Powerful Telephony Solutions. Configure, deploy, and maintain an enterprise-classVoIP PBX / Alex Robar, 2009.

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

УДК 004.75: 519.854: 006

ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ РУХУ НА ДІЛЯНЦІ ЗАЛІЗНИЦІ У КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧИХ СИСТЕМАХ

Вступ. В інформаційних системах безпеки існує надмірна невизначеність, тому питання ідентифікації, моделювання руху та керування вимагають наукового підходу розрахунку з обмеженими статистичними даними [1, с. 185]. В роботі [2, с. 36] було проведене моделювання процесу регулювання швидкості руху залізничних транспортних засобів за умов невизначеності. Одним з важливих умов безпеки руху є виключення можливості зіткнення різних транспортних засобів.

Результати досліджень. Для цього в роботі [2, с. 36] встановлюється критичне значення відстані між транспортними засобами $L_{кр}$, при якому гарантується безпечність процесу перевезень на встановленому рівні. Для залізничного транспорту, де рух відбувається по коліям фактично маємо тільки одну змінну, що характеризує інтервал попутного слідування.

Нехай ордината руху i – го потягу дорівнює X_i, то для i+1 допустима ордината дорівнює X_{i+1}, то має бути більше $X_i + X_{кр}$. Візьмемо i=1. Перший потяг X_1, слідує за другим X_2. Для визначення чи виконана ця умова вводимо такі параметри руху V_1, V_2– відповідно швидкості руху потягу 1 та потягу 2. При співвідношенні коли $V_1 < V_2$, відстань L між потягами 1 та 2 зростає, при $V_1 = V_2$ – є незмінною. Саме тому розглядаємо варіант, коли $V_1 > V_2$, тобто об'єкт (транспортний засіб) 1 «доганяє» об'єкт (транспортний засіб) 2, що рухається попереду. Моделювання дискретне тому вводимо позначення для мінімального інтервалу часу τ. Для визначення критичної відстані між поїздами позначимо U як максимальне гальмування (від'ємне прискорення U<0).

На основі цих позначень побудована модель руху потягів (1). В якості вхідних даних потрібно мати визначені параметри та дані для проміжку часу τ величини гальмування U. Було виведене співвідношення що пов'язує між собою проміжки часу τ величини гальмування U, гальмівний шлях D_n і максимальну швидкість V_{max}:

$$-U^2 \cdot \tau^2 + \left(\frac{V_{max}}{2} - D_n\right) U + \left(\frac{1}{2\tau} - 1\right) V_{max}^2 = 0 \quad (1)$$

За допомогою цього співвідношення було проведене комп'ютерне моделювання. Аналіз отриманих даних дав можливість визначити допустимі значення управління гальмуванням U в залежності від максимальної швидкості V_{max}, що, в свою чергу надало можливість запобігти виникненню загрози зіткнення, і в той же час, мінімізувати критичну відстань між потягами. Результати моделювання зведені у табл. 1 та будуть наведені у доповіді.

Таблиця 1

Значення часу шляху гальмування при фіксованих швидкостях і різних значеннях показника керування

(жовтим виділені значення гальмівного шляху, які більші за допустиме)

U	V км/г				
	80	100	120	140	160
-0,14	1800,05	2819,14	4041,61	5511,93	7177,58
-0,16	1600,14	2505,64	3591,79	4898,09	6377,88
-0,18	1400,11	2191,96	3141,71	4283,89	5577,72
-0,21	1200,16	1878,39	2691,78	3669,90	4777,82
-0,22	1149,88	1799,54	2578,63	3515,50	4576,67
-0,24	1022,70	1600,09	2292,45	3124,96	4067,88
-0,28	895,21	1400,15	2005,55	2733,44	3557,81
-0,31	803,98	1257,07	1800,24	2453,25	3192,79
-0,33	767,62	1200,05	1718,42	2341,60	3047,32
-0,35	715,07	1117,61	1600,13	2180,17	2837,01
-0,40	626,11	978,09	1399,91	1906,93	2481,02
-0,47	537,26	838,73	1199,93	1634,01	2125,45
-0,43	591,27	923,44	1321,50	1799,92	2341,61
-0,48	526,22	821,40	1175,07	1600,07	2081,24
-0,55	461,09	719,24	1028,44	1399,96	1820,52
-0,64	396,03	617,16	881,94	1200,01	1560,00
-0,55	455,95	711,18	1016,88	1384,18	1799,95
-0,62	406,04	632,86	904,47	1230,76	1600,07
-0,72	356,09	554,49	791,99	1077,23	1400,03
-0,84	306,18	476,15	679,54	923,74	1200,02

Висновок. Дана модель дозволила 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.

Список використаних джерел

1. Determination model of the apparatus state for railway automatics with restrictive statistical data V. Moiseenko , O. Kameniev , V. Butenko , V. Gaievskyi //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., доцент,
Головко О. В., к.т.н., доцент,
Глазунов В. В., Соколов А. К. (УкрДУЗТ)

УДК 004.75: 519.854: 006

ПОБУДОВА ПРОГРАМНИХ ТА МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ РУХУ ПО ДІЛЯНЦІ ЗАЛІЗНИЦІ У СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ

Вступ. Сучасна залізниця не зможе повноцінно функціонувати без впровадження систем автоматизації управління процесами, переводячи частину взаємодії з людьми на цифровий формат, хоча часто моделювання змушено досліджуватись з обмеженими статистичними даними [1, с. 185]. Побудова програмних та математичних моделей неминуче торкається методів оптимальної класифікації, систематизації та використання типів даних [2, с. 80].

Результати досліджень. Дослідженням визначено

необхідність поглибленого розвитку графічних засобів для ілюстрації та моделювання технологічних завдань. Візуалізація технологічного процесу, як спосіб відображення інформації про стан технологічного обладнання та параметри технологічного процесу на цифрових засобах відображення інформації з комп'ютера або операторської панелі в системі автоматичного керування все більше передбачає графічні способи подання оператору засобів керування технологічним процесом.

Мова програмування C++ дозволяє розширити можливості для використання графічних засобів для ілюстрації технологічних завдань. Середовище Visual Studio за допомогою .NET Framework (програмна платформа, випущена компанією Microsoft у 2002 році), так і за допомогою сторонніх бібліотек, найбільш популярні серед них Unity PRO, Cocos2D-X, SFML, Qt дозволяють ефективно досліджувати різні сучасні моделі руху поїздів[3, с. 36]. Всі ці засоби дозволили зробити розробку додатків моделювання руху поїздів із використанням графіки максимально швидкою та зручною виявляючи вади розроблених моделей без проведення натурних експериментів. Додатково, в доповіді є зазначення про роботу частини авторів [2, с. 36] в якій здійснене моделювання процесу регулювання швидкості руху залізничних транспортних засобів за умов невизначеності. Досліджувані умови безпеки руху, такі як виключення можливості зіткнення різних транспортних засобів, дуже наглядно моделюються цифровими засобами з різними даними полігонів експлуатації. Такі елементи експлуатації дозволили виявити на етапах моделювання аспекти зіткнення потягів та підтримки інтервалів попутного слідування поїздів у складних умовах.

Для зазначеного в роботі [2, с. 36] встановлюється критичне значення відстані між транспортними засобами $L_{кр}$, яка гарантує безпечність процесу перевезень на рівні прийнятному для експлуатації транспортних засобів. Залізничний транспорт, де рух відбувається по коліям, фактично маємо тільки одну змінну, що характеризує інтервал попутного слідування.

Висновок. Наявні програми моделювання, ще не в повній мірі забезпечують можливість моделювання та визначення з максимальною точністю критичної відстані 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 для координатних систем.

Список використаних джерел

1. Determination model of the apparatus state for railway automatics with restrictive statistical data. V. Moiseenko, O. Kameniev, V. Butenko, V. Gaievskyi //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. Дослідження методів класифікації типів даних в технології автоматизованого синтезу програм// Павленко Є.П., Бутенко В.М., Губін В.О., Лубенець С.В.//—Вісник НТУ «ХПІ»‖, Харків, 2021. – № 1 – 2021 – 80 – 88.
3. 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., доцент,
Головко О. В., к.т.н., доцент,
Дяченко В. О., Лебедько І. О. (УкрДУЗТ)

УДК 004.75: 519.854: 006

ПІДХОДИ ДО МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОДІЛЕНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧИХ СИСТЕМ ЗАЛІЗНИЦІ

Вступ. Автоматизація залізничного транспорту в сучасному світі дуже вузька, але дуже відповідальна галузь науки. Певна увага вже приділялась авторами проблемі рішення алгоритмів субекспоненціальної складності для SAT задач [1, с. 837]. Однак побудова інформаційних систем галузі, представлених неорієнтованим графом, породжує процеси оптимізації ресурсів експлуатації обладнання, яку ряд науковців запропонували здійснювати методом визначення максимальних клік [2, с. 12]. Зазначені досягнення внесли вклад в дослідження розподілених інформаційних моделей залізниць.

Результати досліджень. Під час зазначеного в роботі [3, с. 18] пошуку досліджувалась розподілена інформаційно-керуюча мережа яка оптимізувалася зменшенням обчислювальної складності алгоритму лінійного вигляду:

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}\left(\alpha_{ij}+\sum_{k=1}^{n}(p_{ik}+q_{ik})h_{jk}\right)x_{ij}+\sum_{i'=1}^{m}\sum_{j'=1}^{n}c_{ii'}h_{jj'}y_{ii'jj'}\to\min, \quad (1)$$

якщо $\sum_{j=1}^{n}x_{ij}=1$, $\forall$ i $\in$ **I**;

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} b_{ij}x_{ij} = m;\ \sum_{j=1}^{n} t_{ij}x_{ij} \le \tau_i;\ \sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{m} f_{ij}x_{ij} \le F,\ \forall\, \mathrm{i} \in \mathbf{I};\ \forall\, \mathrm{j} \in \mathbf{J};$$

$$\sum_{j=1}^{n}\sum_{j''=1}^{n}\sum_{i=1}^{m} g_{jj'}x_{ij'} \le G;\ y_{ii'jj'} - x_{ij} - x_{i'j'} \le 0;\ x_{ij} + x_{i'j'} - y_{ii'jj'} \le 1;$$

$$x_{ij}, y_{ii'jj'} \in \{0,1\},\ \forall\, \mathrm{i} \in \mathbf{I};\ \forall\, \mathrm{j} \in \mathbf{J};\ \mathbf{I} = \left\{i \mid i = \overline{1,m}\right\};\ \mathbf{J} = \left\{j \mid j = \overline{1,n}\right\}.$$

Представляючи функціональність системи у вигляді Р-завдання, для якого час вирішення *t* залежить від розмірності наступним чином:

$$t(n') = \mathbf{O}((n')^r),$$

де r - показник ступеня полінома, а n' – розмірність завдання, маємо необхідність звуження понять до псевдобулевої функції.

В свою чергу таке звуження в моделі до псевдобулевої функції дозволяє оперувати нею як булевою, з незначними похибками та неточностями.

Запропоновані в [3, с. 22] перетворення представляють, для задач булевого програмування, канонічний вид лінійної оптимізаційної, для вирішення якої існують різні методи.

Висновок: при розробці математичної моделі загальноприйнятий метод імітаційного моделювання замінюється точним математичним рішенням. Порівняльний аналіз загальноприйнятого і запропонованого в доповіді методів показав, що часткові витрати на розробку реалізації способу засобами програмного забезпечення скорочуються приблизно в двічі, а вимоги до швидкодії і обсягу оперативної пам'яті базової ПЕОМ знижуються в середньому на 30%.

Список використаних джерел

1. Algorithm of Sub Exponential Complexity for the SAT / S. V. Listrovoy, V. M. Butenko // International Journal of Computer and Information Technology (ISSN: 2279 – 0764) Volume 02– Issue 05, September 2013. PP. 837 – 842.
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.

Нестеренко Г. І., Музикін М. І. (УДУНТ), Стрелко О. Г. (ДУІТ), Рац В. О. (УДУНТ)

УДК 656.2

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА СИСТЕМ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЮ РОБОТОЮ ЗАЛІЗНИЧНИХ НАПРЯМКІВ

Від прийнятої системи оперативного управління залежать якісні показники експлуатаційної роботи, що реалізуються. Для встановлення ефективності тієї чи іншої системи оперативного управління необхідно провести їх техніко-економічне порівняння в різних експлуатаційних умовах. Однак при цьому не можна виходити виключно з експлуатаційних показників, отриманих за графіком руху поїздів. Відомо, що фактичні показники відрізняються від показників графіка.

При існуючій системі оперативного управління, коли відправлення вантажних поїздів із сортувальних станцій здійснюється за найближчою ниткою, просування по ділянках залежить від існуючого положення, забезпечення поїздів локомотивами проводиться в оперативному порядку, графікові показники коригуються з урахуванням їх фактичного виконання [1]. При системі, що передбачає підвищення ролі графіка як технологічної основи роботи залізничних напрямів, при яких у графіках виділяється постійне ядро вантажних поїздів, фактичне виконання показників може бути встановлено з урахуванням проведення дослідної експлуатації низки ділянок і напрямів. До проведення дослідної експлуатації прийнято, що графік руху вантажних поїздів загалом на рік виконується на 90%. З урахуванням коригування експлуатаційних показників графіка руху поїздів здійснено техніко-економічне порівняння систем оперативного управління експлуатаційною роботою.

Витрати, пов'язані з безпосереднім пересуванням поїздів, не залежать від системи оперативного управління, тому при порівнянні між собою різних систем управління вони можуть не враховуватися [2]. У методиці доцільно враховувати ті витрати, які залежить від змінюваних показників. Економія приведених витрат при організації експлуатаційної

роботи з виділенням постійного ядра спеціалізованих розкладів для вантажних поїздів порівняно з просуванням залежно від існуючого положення враховує: середньорічні розміри руху, пар поїздів; скорочення стоянки составу в парку сортувальної станції в очікуванні відправлення; скорочення часу знаходження составу у парку прибуття в очікуванні розформування; кількість умовних вагонів у складі поїзда; середній час простою поїзда при обгоні або схрещенні; вартість години простою поїзда; кількість головних колій на ділянці; скорочення часу знаходження локомотива у пункті обігу; скорочення часу виконання регулювальних заходів по локомотивному парку; зменшення кількості зупинок на ділянці на пару поїздів; витрати енергії (палива) на розгін поїзда, кВт. год чи кг; ціна 1 кг умовного палива чи електроенергії; скорочення капіталовкладень у рухомий склад.

Аналіз графіків виконаного руху засвідчив, що фактична середня тривалість стоянки близька до графікової. Кількість зупинок поїздів за умов виділення стабільного ядра розкладів збільшується на 10 %, оскільки фактичне виконання графіка прийнято рівним 90 %.

Список використаних джерел

1. 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.
2. Бех П. В., Нестеренко Г. І., Стрелко О. Г., Музикін М. І. Управління вантажними перевезеннями в умовах ризиків конкурентного середовища. *Системи та технології*. 2021. №1 (61). С. 85-97.

Нестеренко Г. І., Музикін М. І. (УДУНТ), Щербина Р. С., Кузьмінська Д. (ДУІТ)

УДК 656.2

ОСОБЛИВОСТІ МАРШРУТИЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ МАСОВИХ ВАНТАЖІВ

Масові вантажі перевозяться маршрутами. Маршрутизацією перевезень вантажів називають складання раціональних маршрутів просування вантажопотоків логістичними каналами і ланцюгами, що забезпечують мінімум порожніх пробігів і своєчасне повернення транспортних засобів. Такі поїзди називаються маршрутними. В дослідженні розглянуто маршрутизацію перевезень масових вантажів.

Метою маршрутизації перевезень є: скоротити порожні пробіги, підвищити якість обслуговування та скоротити транспортні витрати підприємства.

За умовами організації маршрутні поїзди класифікують:

- відправницькі - завантажені та сформовані одним або декількома відправниками вантажів на одній станції;
- ступінчасті - завантажені різними відправниками вантажу на різних станціях ділянки;
- кільцеві, які після розвантаження повертаються в порожньому стані на ту саму станцію під повторне навантаження.

За призначенням маршрутні поїзди класифікують: 1). прямі, сформовані з вагонів, що прямують на одну станцію вивантаження для одного або декількох одержувачів; 2). у розпилення, сформовані з вагонів з вантажами для різних одержувачів, різних станцій ділянки.

Якщо визначено раціональні маршрути і ними суворо дотримуються терміни поставок, то товарно-виробничі запаси учасників логістичних процесів може бути скорочені в 1,5-2 рази. Роль маршрутизації полягає також у тому, що споживачі, виробники та торгові посередники отримують можливість складання реальних проектів за поточними планами та забезпечити ефективну організацію роботи з оперативними заявками на транспорт загального користування.

У загальній структурі перевезень промислових вантажів важливе значення мають саме перевезення масових вантажів: кам'яного вугілля, нафти та нафтопродуктів, мінеральних будівельних матеріалів, чорних металів, руди та рудних концентратів, лісових вантажів. Перевезення масових вантажів складає понад 60 % обсягу залізничних перевезень України. Найбільш ефективними є перевезення масових вантажів маршрутними відправками [1].

Організація перевезень масових вантажів маршрутами вимагає створення потужних навантажувальних та вивантажувальних фронтів із високою переробною здатністю. Для цих цілей застосовуються високопродуктивні механізовані комплекси та пристрої – екскаватори, крани, вагоноперекидачі, естакади.

Масові вантажі характеризуються різними специфічними властивостями: сипкістю, вологістю, самозайманням, в'язкістю. Ці властивості вимагають спеціальних технічних і комерційних умов перевезення масових вантажів, і навіть проведення спеціальних заходів.

Доцільно організувати процес перевезення таким чином, щоб за мінімальних витрат було перевезено весь вантаж і при цьому коефіцієнт використання пробігу був максимально можливим у заданих умовах [2].

Тривалий час агропромисловий комплекс розвивався шляхом простого збільшення посівних площ без планування збуту, прогнозу попиту на зерно і обліку інфраструктурних можливостей. Хоча зерно відноситься до масових вантажів, воно пред'являється до перевезення більш ніж з 1300 станцій, з них понад 80 % малодіяльні (формують по 1-2 вагони).

У таких умовах неможливо сформувати ефективне залізничне відправлення. Тому зерно перевозять часто ступінчастими маршрутами, оскільки навантажують його на великій кількості проміжних станцій. Терміни подачі та прибирання вагонів для ступінчастих маршрутів повинні відповідати тривалості навантаження, маючи на увазі продуктивне використання механізмів. Впровадження нової системи транспортування зернових вантажів маршрутними поїздами дозволить підвищити ефективність роботи елеваторів та портових терміналів за рахунок прискорення вантажно-розвантажувальних робіт, керувати всім циклом транспортування та уникнути заторів на під'їзних коліях у портах.

Перевезення цукрових буряків, що носять сезонний характер, а також торфу та деяких інших масових вантажів, що йдуть на короткі відстані, доцільно здійснювати кільцевими маршрутами.

Маршрутизація масових перевезень доцільна також у прямих змішаних сполученнях, особливо залізнично-водному. Ефективність її залежить від синхронності подачі вагонів і суден і загальної узгодженості їх роботи.

Запропонована маршрутизація вантажопотоків не тільки зміцнює взаємодію всіх учасників логістичних процесів, а й сприяє більш тісній інтеграції виробничо-господарської діяльності всіх ланок логістичних ланцюгів.

Список використаних джерел

1. Бех П. В., Нестеренко Г. І., Музикіна С. І., Лашков О. В., Музикін М. І. Шляхи підвищення конкурентоспроможності залізничного транспорту в сучасних умовах. *Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. тр-ту*. 2015. Вип. 59. С. 25-36.
2. Бех П. В., Нестеренко Г. І., Стрелко О. Г., Музикін М. І. Управління вантажними перевезеннями в умовах ризиків конкурентного середовища. *Системи та технології*. 2021. №1 (61). С. 85-97.

Єлізаренко А. О., к.т.н., доцент (УкрДУЗТ),
Сіренко Є. Р., магістрант (УкрДУЗТ)

УДК 656.254.16

СУЧАСНІ МОДЕЛІ ПОШИРЕННЯ РАДІОХВИЛЬ В РОЗРАХУНКАХ ЗОН ОБСЛУГОВУВАННЯ РАДІОМЕРЕЖ

Розробка і удосконалення методів розрахунку каналів рухомого радіозв’язку є актуальною задачею. Вони складають основу частотно-територіального планування радіомереж, визначення зон обслуговування та вирішення проблем електромагнітної сумісності.

Рекомендації ITU-R для основних моделей поширення радіохвиль широко застосовують для розрахунків каналів рухомого радіозв’язку в мережах загального користування. Одна з перших моделей розрахунку очікуємої дальності радіозв'язку покладена в основу рекомендацій Міжнародного союзу електрозв’язку МСЕ-Р. Р 370-1. В подальшому МСЕ доповнював і розвивав ці методи, що відображено в рекомендаціях Р 370 версія 5 та Р 1546-6, остання редакція з якої була прийнята в 2019 році [1].

Рекомендації ITU-R P.1812-6 Метод прогнозування поширення сигналу на конкретній трасі для наземних служб «з пункту в зону» [2]. Прогнозування з використанням цього методу складається з багатьох етапів. На першому етапі проводиться розрахунок основних втрат передачі по лінії прямої видимості за моделлю вільного простору. Потім враховують втрати за рахунок тропосферного розсіювання, втрати через поширення по атмосферному хвилеводу (відображення від шарів атмосфери) та втрати через комбінацію цих механізмів.

Більшість практичних застосувань цього методу прогнозування передбачає наявність бази даних цифрових карт. Якщо докладних профілів немає, для прогнозування слід використовувати рекомендацію ITU-R P. 1546-6.

Ці рекомендації намагаються вдосконалювати з урахуванням сучасних тенденцій розширення використання смуг частот до 4 – 6 ГГц та їх останні редакції відносяться до 20-21 років. Сталися зміни в технологіях рухомого радіозв’язку, які викликали доопрацювання відомих моделей та розширення їх застосування для розрахунків каналів в мережах радіозв’язку п’ятого покоління 5G. Використання більшості моделей розраховано на дальності радіозв’язку з 1-2 км. Використання систем з підвищеним трафіком та високою частотою збільшили актуальність розробки моделей для розрахунку мікростільникових систем.

Наприклад детерміністські моделі, з яких найбільш відомі моделі Уолфіша-Ікегамі і Ксіа-Бертоні, розраховані на використання в межах дальностей

радіозв'язку від 0,2 до 5 км [3].

Застосування чисто детерміністських методів для розрахунку напруженості поля вимагає використання цифрових карт місцевості та не завжди виправдано із-за відсутності інформації про характеристики відбиття сигналів від різних типів забудови.

В роботі проведено аналіз особливостей використання цих рекомендацій ITU-R та виконаний порівняльний розрахунок напруженості поля за цими моделями.

Список використаних джерел

1. Recomendation ITU-R P.1546-3. Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 4000 MHz. 2019. – 57 p.
2. Recomendation ITU-R P.1812-6. A path-specific propagation prediction method for point-to-area terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 6 000 MHz 2021. – 34 p.
3. Ikegami F. Theoretical prediction of mean field strength on urban mobile radio / F. Ikegami // IEEE Trans. On Antenn. And Propag, 1991. – Vol.39, №3.

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

УДК 621.391

ЗАСТОСУВАННЯ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ПОБУДОВІ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Постійне зростання обсягів даних та впровадження новітніх інформаційних послуг обумовлює необхідність пошуку інноваційних підходів до побудови інфокомунікаційних систем залізничного транспорту. Аналіз наявних підходів та сучасних концепцій у галузі інфокомунікацій показав, що перспективним напрямом розвитку інфокомунікаційної інфраструктури залізниць є застосування хмарних технологій [1].

На даний момент широке поширення отримали ряд хмарних провайдерів, серед яких найбільш вагомим та функціональним є провайдер Amazon Web Services (AWS). Даний провайдер пропонує значну кількість мережевих сервісів, сервісів зберігання даних, сервісів захисту інформації тощо. Інфокомунікаційні системи залізничного транспорту можуть розглядатися як різновид корпоративних мережевих систем, що дозволяє застосовувати наявні типові та стандартизовані рішення щодо їх побудови та модернізації на базі хмарних сервісів AWS [2, 3].

У роботі проведено аналіз наявних мережевих та супутніх сервісів AWS, на основі якого запропоновані технічні рішення щодо удосконалення підходів до реалізації інфокомунікаційних систем залізничного транспорту. Представлено архітектуру сегменту інфокомунікаційної інфраструктури для ділянки залізниці, що побудована з використанням обраних сервісів AWS. Також у роботі визначено особливості застосування хмарних технологій при побудові інфокомунікаційних систем на ділянках залізниць та наведено відповідні практичні рекомендації.

Список використаних джерел

1. Воробієнко, П.П. Телекомунікаційні та інформаційні мережі / П.П. Воробієнко, Л.А. Нікітюк, П.І. Резніченко. – К., 2010. – 708 с.
2. Linthicum, David S. Cloud-Native Applications and Cloud Migration: The Good, the Bad, and the Points Between / David S. Linthicum // IEEE Cloud Computing. – 2017. – Vol. 4, No. 5. – P. 12-14.
3. Takabi, H. Security and Privacy Challenges in Cloud Computing Environments / H. Takabi, J. B. D. Joshi, G.-J. Ahn // IEEE Security & Privacy. – 2010. – Vol. 8, No. 6. – P. 24-31.

Сокол Г. В., к.т.н., доцент,
Зуб С. В., магістрант
(Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»)

УДК: 621.9.015

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІСЛЯПРОЦЕСНОЇ ОБРОБКИ ОБ'ЄКТІВ АДИТИВНОГО ВИРОБНИЦТВА

Сьогодні технології адитивного виробництва все частіше використовуються в різних сферах, зокрема: виготовлення електронних компонентів, виготовлення моделей НВЧ-компонентів, створення механізмів та інше. Адититвні технології мають значні переваги перед традиційними. А саме, 3D-друк дає можливість: спростити зборку, зменшити масу, кількість з'єднань, ущільнень та кріплень, а також підвищує надійність системи в цілому; значно спрощує перехід від класичної планарної компоновки електронних пристроїв до об'ємної; виробляти недорогі пристрої як при малих серіях, так і при створенні макетів та дослідних зразків.

До найбільш поширених технологій адитивного виробництва слід віднести: стереолітографія (Laser Stereolithography, SLA); метод пошарового наплавлення (Fused Deposition Modeling, FDM) і селективне лазерне спікання (Selective laser sintering, SLS). З точки зору економічної ефективності, до початку масового виробництва доцільно використовувати FDM. Однак, під час такого 3D-друку

модель формується шар за шаром, тобто необхідний попередній шар для формування нового. В залежності від складності 3Dмоделі та специфіки застосування технологій 3D-друку, може з'явитися необхідність використовувати спеціальні супорти. Важливо розуміти, що вони безпосередньо впливають на якість кінцевих виробів, так як вони разом з нульовим шаром підлягають видаленню. Все це може призвести до нерівності поверхні друкованої 3D-моделі. Відповідно, виникає необхідність оптимізації післяпроцесної обробки результатів адитивного виробництва.

Для вирішення цього завдання доцільно використовувати лазер. При цьому, високотемпературний вплив лазерного випромінювання забезпечує видалення матеріалу. В якості прототипу обраний набір для зборки 2D-верстату лазерного гравірування (рис. 1). Через те, що у початковому вигляді він не пристосований для постобробки адитивного виробництва, була виконана його модифікація (рис. 2). При цьому, додана третя вісь зсуву (Oz), встановлено кабель-канал і кінцеві вимикачі Ox і Oy, за допомогою розробленого електронного сегменту реалізоване управління мікроконтроллером ESP32 (замість базового мікроконтроллера Arduino Nano), замінена кабельна система, для продуву робочої поверхні на драйвер лазеру змонтований вентилятор.

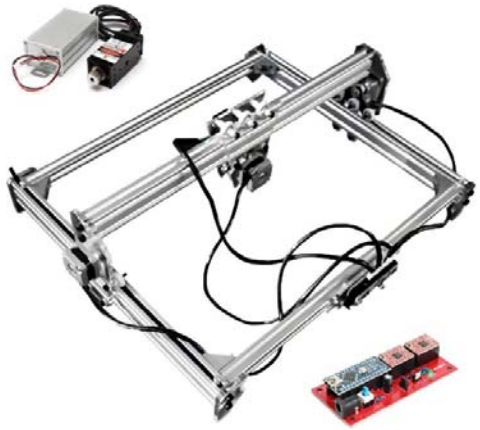


Рис. 1. 2D-верстат

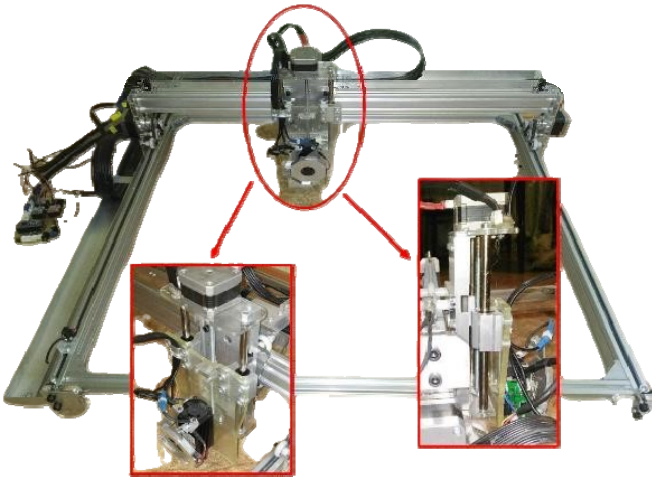


Рис. 2. Прототип 3D-верстату

Після апаратної модифікації зросло навантаження на базовий мікрокотроллер Arduino Nano, через що і був замінений на більш потужний мікроконтроллер ESP32 (к. Espressif Systems, Піднебесна), що містить більший перелік можливостей, застосовує Bluetooth та /або Wi-Fi і має в собі вбудований Web-сервер, який надає змогу розробити Web-інтерфейс та підключення додаткових програмних забезпечень для спрощення користувацького керування, як в домашній мережі, так і віддалено.

Таким чином, напрямком подальшої роботи є програмування мікроконтроллера ESP32 для наших цілей, проектування Web-інтерфейсу для використання вбудованим Web-сервером ESP32, розробку програмного забезпечення для операційних систем Android та Windows, задля спрощення користувацького використання та можливасті віддаленого доступу керування верстатом, та його налаштування.

Список використаних джерел

1. Реалізація етапу видалення супортів в об’єктах адитивного виробництва НВЧ-компонентів / Слюсарь І.І., Слюсар В.І., Зуб С.В., Шуть В.В. // Електронні та мехатронні системи: теорія, інновації, практика: Зб. наук. праць за матеріалами V Всеукр. НПК, 08.11.2019 р. – Полтава: НУ «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2019. – С. 53-57.
2. Слюсарь І.І. Післяпроцесна обробка результатів адитивного виробництва антенних елементів. / Слюсарь І.І., Слюсар В.І., Зуб С.В. // Проблеми інфокомунікацій: Матеріали 3-ої Всеукраїнської НТК. – Полтава: НУ «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»; К.: НТУ; Х.: НТУ «ХПІ»; К.: ДУТ; Х.: УкрДУЗТ; Мінськ: БНТУ; Полтава: ВКСС ВІТІ, 2019
3. 3D Принтери [Електронний ресурс] // 3D принтер в Україні. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: https://3dprinter.ua/products/3d-printers/.

Штомпель М. А., д.т.н., професор (УкрДУЗТ)

УДК 621.391

НЕЙРОМЕРЕЖЕВЕ ДЕКОДУВАННЯ АЛГЕБРАЇЧНИХ ЗГОРТКОВИХ КОДІВ

Перехід до систем мобільного зв'язку нового покоління дозволяє впровадити новітні інформаційні та телекомунікаційні послуги, серед яких послуги віртуальної та доданої реальності, послуги міжмашинної взаємодії тощо. Дані послуги висувають підвищені вимоги щодо забезпечення достовірності передавання інформації та затримки обробки інформації у мережевому обладнанні [1]. Проведений аналіз показав, що в даному випадку доцільно застосовувати згорткові кодові конструкції, а саме алгебраїчні згорткові коди. Ці коди характеризуються високими конструктивними характеристиками, що визначаються обраним породжувальним багаточленом коду Ріда-Соломона. Відомо, що класичне декодування даного класу кодів, яке засновано на алгебраїчних процедурах та обробці жорстких рішень, має ряд обмежень. Даний факт не дозволяє застосовувати жорстке декодування алгебраїчних згорткових кодів у системах мобільного зв'язку нового покоління [2, 3].

У роботі запропоновано метод м'якого декодування алгебраїчних згорткових кодів. В основі даного методу лежить представлення задачі декодування у вигляді відповідної оптимізаційної задачі, для вирішення якої застосовується нейронна мережа обраного типу та структури. Представлено загальну структурну схему запропонованого декодеру та розглянуто призначення окремих компонентів даної схеми. За результатами проведеного моделювання визначено характеристики представленого нейромережевого методу декодування алгебраїчних згорткових кодів із заданими швидкостями кодування інформації у каналі зв'язку з адитивним білим гауссовим шумом.

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. Panchenko, S. Analysis of efficiency of the bioinspired method for decoding algebraic convolutional codes / S. Panchenko, S. Prykhodko, S. Kozelkov, M. Shtompel, V. Kosenko, O. Shefer, O. Dunaievska // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2019. – 2/4(98). – P. 22–30.
3. Приходько, С. І. Принципи програмної реалізації біоінспірованого методу декодування алгебраїчних згорткових кодів / Приходько С.І., Штомпель М.А., Власов А.В. // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. 2019. Вип. 2. С. 18–24.

Ковтун І. В., к.т.н., доцент,
Міщенко М. С., магістрант (УкрДУЗТ)

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АПАРАТНОЇ ТА ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЙ АЛГОРИТМУ СТИСНЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ

Зі збільшенням обсягів графічної інформації, яку необхідно обробляти, зростають вимоги до алгоритмів відеокодування. Для забезпечення ступеня стиснення, прийнятного для зберігання та передачі зображень та відеопослідовностей, потрібне усунення не тільки статичних, а й суб'єктивних просторових та тимчасових надмірностей. При цьому важливо досягти розумного компромісу між ступенем стиснення та якістю кодування. Сучасні методики кодування дозволяють досягати ступеня стиснення в середньому близько 12-15 разів для статичних і 30-50 разів для динамічних зображень. Однак через те, що для зменшення втрат, зазвичай, виконується переведенням зображення в частотну область, трудомісткість таких методів дуже висока. Навіть одне декодування відеопослідовності в кожному з таких форматів стиснення без відповідної апаратної підтримки є дуже скрутним. З іншого боку, спеціалізовані відеокарти, які оснащені графічним акселератором, практично завжди орієнтовані на підтримку лише одного – двох «близьких» форматів закодованих даних.

У роботі проаналізовано ефективність роботи різних реалізацій алгоритму кодування зображень. Розглянуто загальний алгоритм роботи відеокодеку, представлено структурну схему відеокодеку та опис її складових частин. Проведено тестування програмної реалізації відеокодеку на процесорній системі. Також проведено тестування апаратної реалізації відеокодеку на програмованій логічній інтегральній схемі (ПЛІС). У результаті досліджень обох варіантів реалізації видеокодеку визначено швидкість стиснення даних видеопотоку.

Можна відзначити, що величезні переваги апаратної реалізації кодеку, реалізованого на ПЛІС, полягає в тому, що всі описані логікою операції виконуються паралельно і всі процеси відбуваються в режимі реального часу. У програмній реалізації процес кодування займає набагато більше часу навіть на значно більших потужностях процесорної системи при використанні кількох ядер.

У роботі наведено висновки щодо сфер застосування різних реалізацій відеокодеку та актуальності їх розвитку в майбутньому.

Список використаних джерел

1. Recommendation ITU-T H.264. Series H: audiovisual and multimedia systems. Infrastructure of audiovisual services – coding of moving video. ITU, 2017, 804 p.

2. Uthayakumar J., Vengattaraman T. And Dhavachelvan P. A Survey on Data Compression Techniques: From the Perspective of Data Quality, Coding Schemes, Data Type and Applications // Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences, 2018. Pp. 4-7.
3. Ze-Nian Li, Mark S. Drew, Jiangchuan Liu. Fundamentals of Multimedia, 2nd Ed.: Springer International Publishing, 2014.

Ломотько Д. В., д.т.н., Афанасов Г. М., к.т.н., Афанасова О. Ф., аспірант (УкрДУЗТ)

УДК 656.223

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНТЕЙНЕРНОГО ТРАНСПОРТУВАННЯ ЗЕРНОВИХ ВАНТАЖІВ У РАМКАХ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

В умовах сучасного транспортного ринку актуальним є питання взаємодії різних видів транспорту. Одним із найбільш ефективних способів доставки вантажів «від дверей до дверей» є контейнерні перевезення. Згідно з одним з основних напрямів Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року є створення ефективної конкурентоспроможної мультимодальної національної транспортної галузі, у контексті впровадження євроінтеграційного курсу, зокрема завдяки використанню контейнерних перевезень вантажів.

Під час воєнного стану, при частковій блокаді портів Чорного та Азовського морів та призупинене сполучення територією Білорусі гостро стоїть задача коригування вантажопотоків, переключення зернових та олійних вантажів з автотранспорту на залізничний транспорт, спрямовуючи їх на західні прикордонні переходи. Набору обертів з експорту зерна сприяє підвищення ефективності застосування універсальних та спеціалізованих контейнерів для перевезення зернових вантажів залізницею. Основними факторами, що впливають на зростання попиту залізничної доставки зернової продукції у контейнерах, є низька вартість перевезення залізничного контейнера, дефіцит вагонів-зерновозів та скорочення часу на перетин кордону за рахунок швидшого перевантаження контейнерів на платформи європейської колії.

Метою дослідження є аналіз обсягу експортних контейнерних перевезень зерна та прогнозування їх розвитку, а також розробка методів підвищення економічної ефективності мультимодальних перевезень зерна.

Об'єктом дослідження є транспортна мережа країни та оцінка перспективи розвитку зернової логістики. Зернова логістика це комплекс заходів, які застосовуються для перевезення зернових вантажів, створення оптимальних логістичних маршрутів з використанням необхідного транспорту та пристроїв.

Одним із конкурентоспроможних товарів, які експортує Україна на міжнародний ринок є зерно. Вигідною заміною автомобільних перевезень зерна та вагонам-зерновозам є контейнеризація перевезень зерна. Ця мультимодальна технологія з кожним роком стрімко поширюється як у всьому світі, так і в Україні. Залізничні перевезення зернових вантажів контейнерами доречно для помірних партій зерна, але можливе формування і зернових контейнерних маршрутів у складі прискорених поїздів.

Для ефективної інтеграції України до світової транспортної мережі необхідно:

- розробити систему оцінки якості роботи та ефективності всіх елементів у процесі прийняття рішень;
- збільшення пропускної спроможності прикордонних переходів з країнами ЄС та Республіки Молдова за рахунок реконструкції існуючої інфраструктури та розширення інфраструктури європейської колії шириною 1435 мм на території України;
- оновлення рухомого складу, існуючих та будівництво нових логістичних мультимодальних терміналів, сухих портів та інших об'єктів для зміни між коліями різної ширини;
- будівництва та використання на залізницях України спеціалізованих контейнерів та інноваційних вагонів;
- здійснення митних послуг з використанням сучасних цифрових рішень управління логістикою (TMS (система управління транспортом), YMS (Система управління територією складу), WMS (система управління складом));
- створення спільних логістичних підприємств з країнами ЄС, для збільшення обсягів залізничних перевезень експорту зерна на світові ринки через Європу.

Контейнеризація є ефективною альтернативою традиційним технологіям транспортування зерна. Таким чином вдосконалення мультимодальних перевезень контейнеризованої зернової продукції в Україні та їх відчутні переваги надають можливість збільшити рентабельність таких поставок та логістики в цілому, знизити тарифи логістичних складників у підсумковій ціні українського зерна, а також підвищити його конкурентоспроможність на світових ринках та збільшити прибуток державного бюджету.

Список використаних джерел

1. Ломотько Д. В. Аналіз перспективних напрямків використання контейнерних та контрейлерних перевезень в Україні / Д. В. Ломотько,

А. Л. Обухова, І. В. Сеніва // Залізничний транспорт України. – 2015. – № 5. – С. 65-71.
2. Проект Плану відновлення України [Електрон. ресурс] – Режим доступу: https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/recoveryrada/ua/restoration-and-development-of-infrastructure.pdf
3. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року [Електрон. ресурс] – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80#Text

Петренко Т. Г., к.т.н., доцент,
Павлусенко К. О., PhD студентка
(УкрДУЗТ)

ПІДТРИМКА ЦИРКАДНОГО РИТМУ ОСВІТЛЕННЯМ, ОРІЄНТОВАНИМ НА ЛЮДИНУ

Циркадний ритм, як 24 годинний внутрішній біологічний годинник, впливає на загальний стан здоров'я, суб'єктивне самопочуття, хронічні захворювання людини. Нобелівська премія з фізіології та медицини 2017 року була присуджена J.C. Hall, M. Rosbash та M.W. Young за відкриття молекулярних механізмів, які контролюють циркадні ритми. Циркадні осцилятори контролюють різні фізіологічні процеси, такі як режим сну, температуру тіла, виділення гормонів, артеріальний тиск і метаболізм [1].

Циркадна система зв’язує внутрішній осцилятор людини із зовнішніми подразниками, наприклад, такими як світло. Порушення циркадного ритму може призвести до зміни в когнітивних навичках, денної сонливості, дратівливості, зниження пильності та поганої продуктивності.

Існують підтверджені потенційні переваги рішень внутрішнього освітлення приміщень, які підтримують циркадний ритм людини [2]. Вважається, що такі рішення можуть імітувати поведінку сонця в приміщенні та створити комфортніші умови для підвищення результативності і продуктивності роботи співробітників. Біоадаптивне освітлення відтворює природну світлову криву та відповідає природному циркадному ритму тіла людини протягом робочого дня. Але існує і протилежна залежність. Необґрунтовані рішення штучного освітлення в приміщенні можуть призвести до пригнічування вироблення мелатоніну, спричиняючи несприятливі наслідки: погіршення якості сну, сприяння ожирінню, діабету, депресії, САР, тривожності, раку та інших захворювань, таких як хвороба Альцгеймера.

Створення персоналізованих адаптивних систем розумного освітлення, які дозволяють керувати інтенсивністю і колірною температурою світла синхронізовано з часом світлого та темного часу доби, дозволяє уникнути небажаних ефектів штучного освітлення на циркадний ритм людини. Системи розумного освітлення є невід'ємною частиною розумних будівель [2]. Створення відповідних умов освітлення забезпечується модулями моніторингу стану освітлення в приміщенні, враховуючи зональність освітлення відповідно до функціонального призначення зон приміщення.

Системи персоналізованих адаптивних систем розумного освітлення відносяться до класу складних динамічних систем Інтернет речей. Перелік факторів (зовнішніх та внутрішніх), які впливають на зміну циркадного ритму не обмежується впливом світла, але з точки зору дослідників, вплив світла є домінуючим. Переваги існуючих моделей циркадного механізму впливу світла не отримали доки підтвердження в практичних застосуваннях систем розумного освітлення [3]. Враховуючи всі властивості персоналізованих адаптивних систем розумного освітлення в роботі пропонується використання методів глибокого навчання та нечіткої логіки для аналізу стана освітлення приміщення та адаптивного керування системою розумного освітлення.

Список використаних джерел

1. Discoveries of Molecular Mechanisms Controlling the Circadian Rhythm, URL: https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/2017/advanced-information/ (Last accessed: 25.10.2022)
2. J. Glasc. Buildings are getting smarter: are they also getting healthier? Smart Cities World. Whitepaper, URL: www.smartcitiesworld.net (Last accessed: 25.10.2022)
3. C. Papatsimpa and J-P. Linnartz. Personalized Office Lighting for Circadian Health and Improved Sleep, Aug. 2020, Sensors 20(16):4569 URL: https://doi.org/10.3390/s20164569 (Last accessed: 25.10.2022)

Сіконенко Г. М., к.т.н., доцент,
Доброскок О. О., студент (УкрДУЗТ)

УДК 656.21

УДОСКОНАЛЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПІДРОЗДІЛІВ ЩОДО ВИКОНАННЯ НОРМАТИВНОГО ТЕРМІНУ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ

Конкуренція на ринку вантажних перевезень обумовлює для залізничного транспорту необхідність надання клієнтам більш якісних послуг з перевезення вантажів. Одним з головних вимог вантажовласників в даний час є своєчасність доставки вантажів [1]. У

даних умовах найбільш важливою стає чітка і ефективна організація перевізної роботи залізничного транспорту з урахуванням взаємозв'язку його основних технологічних складових: графіка руху поїздів, плану формування вантажних поїздів, технологічних процесів роботи станцій.

В сучасних умовах при розрахунку терміну доставки визначальним елементом є відстань перевезення і в недостатній мірі враховується вплив таких чинників, як кількість переробок і простий вагона на технічних станціях на шляху прямування [2]. Тому актуальним є удосконалення методики технічного нормування експлуатаційної роботи з урахуванням терміну доставки вантажів при уточненні системи розрахунку простоїв вагона на станціях. Для цього необхідно: проаналізувати систему нормування показників елементів, які впливають на процес доставки вантажів; визначити порядок розрахунку витрат часу на технологічні операції з вагонами на технічних станціях; розробити алгоритму розрахунку витрат часу на непродуктивні простої вагонів на технічних станціях; обґрунтувати порядок розрахунку технологічного терміну доставки вантажів з урахуванням принципу клієнтоорієнтованості.

При аналізі елементів простою вагонів на технічних станціях було виявлено закономірність для вагонів початкової групи при накопиченні між потужністю призначення та ймовірності перевищення терміну доставки вантажу; визначено раціональні норми технологічних резервів для різних потужностей призначень. Запропоновані методичні рішення можливо реалізувати при оптимізації системи організації вагонопотоків, зокрема в комплексі завдань АСК ВП УЗ Є. Результати розрахунків дозволять на стадії планування визначати необхідні обсяги робіт по кожній станції і технологічно обґрунтований термін доставки.

Список використаних джерел

1. Kobulov, J. Improvement of customer service technology in reilway transport [Text] / J. Kobulov, J. Barotov // Railway transport: topical issues and innovations. – 2019. – №1. – P. 41-46.
2. Чечулина, Ю.А. Сокращение срока доставки грузов при организации движения грузовых поездов по расписанию [Текст] / Ю.А. Чечулина, Л.С. Казанцева // Сборник научных трудов SWorld. Материалы Международной науч.- практ. конф. «Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте-2013». – № 4. Т.2. – Одесса: Черноморье, 2013. С. 27-30.

Сіконенко Г. М., к.т.н., доцент,
Стратович В. М., студент (УкрДУЗТ)

УДК 656.22

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СКЛАДАННЯ РОЗКЛАДУ РУХУ ПАСАЖИРСЬКИХ ПОЇЗДІВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ

Залізничний транспорт забезпечує значні обсяги перевезень як вантажів, так і пасажирів. Задоволення потреб населення у перевезеннях вимагає вирішення цілого комплексу технологічних задач по організації цього процесу: визначення розмірів руху, маршрут і періодичність курсування різних категорій поїздів, композиція составів, розклад руху поїздів, організація міжнародного та безпересадкового сполучення, тощо.

Значна кількість взаємопов'язаних факторів зумовлює певну етапність вирішення технологічних задач в залежності від їх пріоритетності [1]. Такий підхід не гарантує оптимальності рішення – досягнення мінімуму загальних приведених витрат на організацію пасажирських перевезень при задоволенні їх потреби. Тому одним із актуальних напрямків є розробка комплексних моделей для реалізації на сучасному інформаційних засобах, що дозволять одночасно враховувати кореляційні фактори як на етапі планування перевезень так і при оперативному регулюванні руху поїздів.

Організація міжнародних залізничних перевезень має низку особливостей: необхідність координації роботи залізничних адміністрацій різних країн, умови перетинання кордонів, організація обробки рухомого складу [2].

При виборі перевізника на ринку транспортних послуг пасажир в свою чергу приймає до уваги вартість послуги, рівень комфорту, надійність та зручність. Одним із значущих факторів вибору є зручність розкладу руху.

У роботі запропоновано комплекс моделей для визначення розкладу руху пасажирських поїздів на основі макс-плюс алгебри, оптимізації часу та пунктів зупинок різних категорій поїздів, організація просування пріоритетного поїздопотоку, у тому числі, при оперативному регулюванні. У моделюванні при визначенні моментів часу для прямування поїздів різних категорій також враховувалася зміна попиту на залізничні пасажирські перевезення.

Реалізація запропонованих моделей та методів у вигляді системи підтримки прийняття рішень дозволить підвищити економічну ефективність та обґрунтованість організаційних заходів як на етапі планування так і оперативного регулювання руху поїздів.

Список використаних джерел

1. Yan, Y. Understanding characteristics in multivariate traffic flow time series from complex network structure [Text] / Y. Yan, Sh. Zhang, J. Tang, X. Wang // Physica A: Statistical Mechanics and its Applications. - July 2017. - Volume 477. – P. 149-160.
2. Ulitskaya, N. Improvement of mechanisms of control of network interactions of transport in organization of international passenger transportation [Text] / N. Ulitskaya, N. Ivanova, A. Mashkin, M. Dreitsen // Transportation Research Procedia. – 2022 – Volume 63 – P. 2847–2856.

Малахова О. А., к.т.н., доцент,
Піддубчак І. С., студентка (УкрДУЗТ)

УДК 656.21

УДОСКОНАЛЕНЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПАСАЖИРІВ У НЕСТАНДАРТНИХ УМОВАХ

Головною метою залізничних пасажирських компаній є задоволення високого рівня якості обслуговування своїх клієнтів. Поліпшення якості обслуговування сприятиме відхиленню приватних видів транспорту, що, в свою чергу, призведе до більш стійкої мобільності населення. Якість обслуговування, як правило, вимірюється бальною оцінкою опитувань задоволеності клієнтів.

Останнім часом все більше уваги приділяється важливості вимірювань об'єктивних послуг при визначенні задоволення користувачів, таких як затримка в реальному часі, накопичення людей або вплив технологічних інцидентів. Дані про задоволеність пасажирів (близько 7000 відповідей на Національне опитування залізниць Великобританії (NRPS), в яких пасажири потрапили у затримки), були інтегровані з даними Network Rail про точні експлуатаційні характеристики (наприклад, пунктуальність прибуття та відправлення поїздів, частота обслуговування, причина затримки, значення затримки), яка відповідала в кожній дослідженій поїздці [1]. Потім була застосована впорядкована логіт – модель, яка дозволяє випадково змінити вихідні дані, щоб зрозуміти, як затримки поїздів вплинули на задоволеність пасажирів. Дослідження показало, що пасажири негативно реагували на затримки тривалістю більше 30 хвилин, а невдоволення посилювалося, коли попит пасажирів на перевезення не міг бути задоволені (відсутність вільних місць у поїздах, відміна поїздів) та/або отримували недостовірну інформацію про орієнтований час прибуття при запізненнях або відмінах поїздів.

Для оцінки ефективності організації пасажирських перевезень, в тому числі високошвидкісного залізничного сполучення, необхідне розроблення критеріїв якості обслуговування, що дозволяють порівняти ефективність проектів швидкісного і високошвидкісного сполучення між собою і з конкуруючими видами транспорту.

Для подальшого аналізу пропонується виділити дві групи якісних параметрів та оцінок: технологічну та сервісну якість. Технологічна якість високошвидкісного транспортного сполучення представляє собою загальну ефективність роботи розглянутого сполучення, що не залежить від загального пасажиропотоку на напрямку, є умовно постійною величиною (час прямування поїздів, інфраструктурний розвиток пасажирських і пасажирських технічних станцій, ступінь інтеграції сервісу з іншими видами транспорту). Сервісна якість високошвидкісного транспортного сполучення визначає фактичну ефективність послуги, що надається для пасажира. Ці параметри є умовно змінною величиною, що залежить від зміни абсолютної величини та структури пасажиропотоку, часу відправлення і прибуття, періодичності відправлення поїздів, тарифів на перевезення, безпеки і надійності сполучення тощо).

Таким чино, для ліквідації негативних наслідків інцидентів та підвищення якості обслуговування пасажирів необхідне виконання наступних умов: скасування поїздів лише в крайніх випадках; надання пріоритету у відправленні поїздів, що наближаються до десятихвилинного порогу затримки; приділення особливої уваги відсотку населеності поїздів, та недопущення незадоволення попиту на перевезення внаслідок нестачі вільних місць; надання максимально повної інформації про коригування розкладів руху пасажирських поїздів.

Список використаних джерел

1. Monsuura F., Enocha M., Quddusa M., Meek S. Modelling the impact of rail delays on passenger satisfaction / Transportation Research Part A: Policy and Practice. - Volume 152. - October 2021. - Pages 19-35/

Малахова О. А., к.т.н., доцент,
Халіна Я. В., студентка (УкрДУЗТ)

УДК 656.223

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИКРІПЛЕННЯ ТЯГОВИХ РЕСУРСІВ ДО НИТОК ПРИ ПРОСУВАННІ ПОЇЗДІВ У НАПРЯМКУ УКРАЇНА - ЄВРОПА

Оптимізація параметрів системи тягового забезпечення вантажних поїздів на полігоні (напрямку) мережі залізниць є важливим заходом, що впливає як

на витрати на перевезення вантажів, так і на рівень використання пропускної та провізної спроможності ліній.

Графік руху поїздів та прикріплених до них тягових ресурсів є центральним моментом, що регламентує роботу всіх підрозділів, які фігурують в організації перевізного процесу. Внаслідок блокування робота портів є нестабільною, тому основними перевізниками вантажів на напрямку Україна – Європа є автомобільний та залізничний транспорт (відповідно 38 % та 50,8 % від загальних обсягів перевезення).

Система тягового забезпечення вантажних поїздів включає два складних взаємопов'язаних завдання, а саме:

перше - встановлення раціональних вагових норм вантажних поїздів, включаючи вибір раціонального плану формування поїздів,

друге - вибір системи тягового обслуговування полігону (напряму) мережі та розроблення ниток графіку руху поїздів.

Останнє завдання, у свою чергу, включає широке коло складних завдань, зокрема, таких як: розміщення серій локомотивів на полігоні (напрямку) мережі залізниць, встановлення схем та довжин дільниць обертання локомотивів та роботи локомотивних бригад, розвиток пристроїв вагонного та локомотивного господарства тощо.

Встановлення найвигідніших вагових норм поїздів тісно пов'язане з підбиранням раціональних серій локомотивів та вибором дільниць їх курсування з урахуванням обмежень величини поїзда по довжині станційних колій та погонного навантаження рухомого складу, за потужністю тягових засобів та профілю колії; поєднанням маси поїздів, що прямують у парну і непарну сторону, як джерела резервного пробігу локомотивів та прямування локомотивних бригад пасажирами. Це свідчить про складні динамічні технологічні зв'язки в системі тягового забезпечення вантажних поїздів. Так, наприклад, зміна вагових норм поїздів вплине на розміри вантажного руху, а останнє - на потребу в локомотивах та локомотивних бригадах, завантаження пристроїв локомотивного господарства, а також залізничних ліній, на потребу у вагонному парку через зміну простоїв вагонів на сортувальних станціях, на величину ходової швидкості і в решті решт - на дільничну швидкість.

Проблема автоматизації планування наявного тягового рухомого складу (ТРС) та локомотивних бригад (ЛБ) на встановлену потребу для забезпечення перевізного процесу має велике значення для забезпечення коректної роботи процесу залізничних перевезень, оскільки від її вирішення залежить організація відповідних умов утримання експлуатованого парку, який гарантує постачання транспортної системи необхідною кількістю тягових ресурсів у поставлені терміни.

В роботі запропоновано математичну модель, яка допомагає будувати графіки руху поїздів з оптимізацією використання локомотивного парка, що враховує обмеження даної транспортної системи та видає ефективні рішення щодо управління локомотивним парком у режимі реального часу, адаптуючись до мінливих експлуатаційних умов.

Малахова О. А., к.т.н.,доцент,
Черкаска Д. В., студентка (УкрДУЗТ)

УДК 656.21

УДОСКОНАЛЕННЯ МІЖНАРОДНИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ У ТРАНСПОРТНИХ ВУЗЛАХ

Важливою складовою транспортної системи у наданні для населення безпечних, надійних, комфортних і доступних транспортних послуг, вирішення проблем навколишнього середовища, зменшення заторів на дорогах є залізничний транспорт.

Удосконалення технології роботи міжнародних транспортних вузлів впливає на формування регіонального та національного транспортного комплексу. Саме в транспортних вузлах проявляється найбільша взаємодія видів транспорту, а також міжнародних ліній і напрямків. Щоб підвищити задоволеність пасажирів і залучити більше людей до користування залізничним транспортом значні зусилля спрямовують на покращення якості транспортних послуг.

Однак залучення більшої кількості пасажирів може впливати на рівень комфорту подорожі. Мірою того, як збільшується кількість користувачів, транспортні вузли стають дедалі переповненими, що призводить до дискомфорту пасажирів. Скупченість все частіше розглядається як серйозна проблема в кількох столичних районах багатьох країн, наприклад, Китаю, Японії та Франції. У нещодавньому опитуванні, проведеному транспортним оператором у Стамбулі, близько 80 % пасажирів відчувають незручності, пов’язані із скупченням пасажирів та транспортних засобів [1].

Для подолання протиріччя між попитом на перевезення, обмеженою транспортною інфраструктурою та пропускною спроможністю пересадочних вузлів в періоди пікового навантаження в транспортній системі залізничного транспорту широко використовуються кілька методів регулювання пасажиропотоками: м'яка цінова політика, обмеження курсування транспортних засобів, в тому числі поїздів міжнародного сполучення тощо. Однак у залізничному транзитному пересадочному пункті можуть виникнути проблеми у вузьких місцях та незадоволення частини

пасажиропотоку у перевезеннях на окремих станціях. Для того, щоб пом'якшити такі проблеми, основна увага приділяється розподілу пасажирів та координації з відповідними графіками. План відправлення пасажирів на певний період може бути попередньо розрахований через платформу бронювання. Таким чином, по - перше, пропонується модель максимізації корисності знаходження пасажирів у пересадочних вузлах, що доводить існування оптимального розподілу перевезення потоків з максимальною корисністю в умовах перенасичення інфраструктури для будь-якої мережі. Модель вирішується за допомогою алгоритму ітерації Ньютона. Крім того, модель максимізації корисності транспортної мережі побудована шляхом спільної оптимізації розподілу пасажирів та графіку прямування транспортних засобів, тим самим заощаджуючи експлуатаційні витрати на переміщення та обслуговування транспортних засобів, гарантуючи обґрунтованість розподілу пасажирів на стратегічному рівні планування (при розрахунках планів формування пасажирських поїздів). Результати показують, що модель може разом ефективно оптимізувати розподіл пасажирів та графік руху транспортних засобів як в економічному сенсі для менеджерів інфраструктури, так і в пасажироорієнтованому, і пасажири можуть впорядковано пройти «вузьке» місце.

Для покращення доступність транспортних мереж для пасажирів, важливо координувати графік поїздів на різними лініях, раціоналізувати час обслуговування транспортних засобів. Для пересадочних вузлів характерним є наявність значної кількості транзитних пасажирів. Щоб допомогти транспортним операторам у визначенні найбільш «небезпечних» місць затримки та найбільш вразливих моментів пересадки, запропоновано оцінювати вплив затримок поїздів на оптимізацію графіку.

Список використаних джерел

1. Çelebi D., İmre Ş. Measuring crowding-related comfort in public transport / D. Çelebi, Ş. İmre // Transp. Plan. Technol. – 2020. – P. 1-16.

Кошевий С. В., к.т.н., доцент (УкрДУЗТ)

ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОМАТИЧНОЇ ЛОКОМОТИВНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ У РЕЙКОВИХ КОЛАХ З ДРОСЕЛЬ-ТРАНСФОРМАТОРОМ ВІДВЕДЕННЯ ЗВОРОТНОГО ТЯГОВОГО СТРУМУ НА ТЯГОВУ ПІДСТАНЦІЮ

Щоб реалізувати швидкісний рух, потрібні великі, ніж у звичайного електрорухомого складу (ЕРС) існуючих типів, потужності і сили тяги для подолання різко зростаючого опору руху. Так, при русі з дозвуковими швидкостями можна знехтувати опором тертя кочення і вважати, що основний опір руху на рівні землі обумовлений опором повітряного середовища. Дослідженнями встановлено, що цей опір підпорядковується квадратичної залежності від швидкості руху:

$$W = \alpha \cdot S \cdot v^2,$$

де α – коефіцієнт обтічності; S – площа поперечного перерізу рухомого складу; v – швидкість руху рухомого складу.

Тоді при повному використанні сили зчеплення коліс з рейками та рухом зі сталою швидкістю питома сила опору руху дорівнює силі зчеплення коліс з рейками:

$$F = \alpha \cdot S \cdot v^2.$$

Отже, для реалізації високих швидкостей необхідна потужність,

$$P = F \cdot v = \alpha \cdot S \cdot v^3.$$

Таким чином, для підвищення швидкості руху ЕРС в 2 рази потрібно збільшити його потужність в 8 разів. Навіть якщо врахувати значне зниження коефіцієнта зчеплення з ростом швидкості руху, то і тоді буде потрібно потужність збільшити приблизно в 6 разів. Наприклад, якщо при русі електропоїзда ЕР2 з конструкційною швидкістю реалізується питома потужність 12 кВт/т, то для подолання збільшення опору від тертя об повітря з ростом швидкості і досягнення швидкості, що в 2 рази вище існуючої конструкційної, потрібна, як мінімум, питома потужність 72 кВт/т, що приводить до значного збільшення тягового струму у контактній мережі та ходових рейках.

Якщо у межах залізничної станції, де використовується електрична тяга поїздів, розміщена тягова підстанція, для контролю стану окремих приймально-відправних колій використовують рейкові кола (РК) з встановленим додатковим дросель-трансформатором (ДТс), який використовується для відведення зворотного тягового струму з рейкової лінії (РЛ) на тягову підстанцію.

У роботі проведено розрахунки магнітної проникності осердя ДТс як функції напруженості поля $\mu = f(H)$ (крива Столєтова) при значному підвищенні зворотного тягового струму в рейках в умовах використання швидкісного ЕРС. При збільшенні H від нуля кут нахилу (відповідно і μ) спочатку зростає, досягає максимуму у точці дотичної з нуля до основної кривої намагнічування, а далі при необмеженому

зростанні H магнітна проникність зменшується асимптотично до 1.

Магнітна проникність μ та індуктивність L взаємозв'язані співвідношенням, з якого витікає:

$$L = \mu\mu_0 \frac{N^2 S}{l}, \qquad (1)$$

де N – кількість витків; l – довжина середньої лінії осердя; S – площа поперечного перерізу осердя.

Внаслідок зменшення μ зменшується L. З урахуванням (1) отримаємо:

$$i_1(t) = \frac{1}{L}\int u_1(t)dt = \frac{l}{\mu\mu_0 N^2 S}\int u_1(t)dt \qquad (2)$$

Тобто, струм $i_1(t)$ в основній обмотці ДТс є зворотно пропорційним до магнітної проникності ($i_1(t) \sim \frac{1}{\mu}$). Співвідношення (2) дозволяє пояснити процеси, що проходять при насиченості осердя ДТс. За умови зниження проникності μ магнітопроводу ДТс струм в його основній обмотці зростає.

Зростання струму також пояснюється тим, що згідно (2) падіння μ приводить до зменшення L основної та додаткової обмоток ДТс, що вплине на значення частоти резонансу f_P резонансного контуру (додаткова обмотка ДТс, ТрС і конденсатор C_{OC}). Зменшення значення L збільшує резонансну частоту контуру f_P відносно частоти струму кодування АЛС, що призводить до зменшення повного опору основної обмотки ДТс внесенням в основну обмотку через коефіцієнт трансформації приведеного опору вторинної обмотки. За умови зменшення повного опору основної обмотки ДТс (зменшення реактивної складової опору) та виходу з режиму резонансу ТрС-C_{OC} основна обмотка ДТс для кодового струму АЛС стає відгалуженням із зменшеним опором, через яке замикається частка цього струму. Тому за умови кінцевої потужності джерела кодування знижується струм в рейках під приймальними котушками локомотиву.

Фактором, що може впливати на роботу РК у режимі АЛС при використанні швидкісного ЕРС, також є температурний коефіцієнт магнітної проникності TK_μ. Температура T, при якій μ падає практично до нуля, зветься температурою Кюрі (T_K). При $T > T_K$ процес намагнічування розладжується, осердя перестає бути феромагнітним (за властивостями стає парамагнетиком).

В роботі представлена розрахункова електрична схема заміщення РК з трьома ДТ в режимі АЛС. Проведено розрахунки залежності сигнального струму АЛС від координати поїзного шунта при різних режимах насичення ДТс (рис. 1).

Зниження повного опору ДТс внаслідок насичення його осердя з урахуванням зміни вхідного опору РЛ за умови переміщення поїзного шунта вздовж РЛ від її вхідного кінця до ДТс приводить до перерозподілу струмів між ДТс та струмовим шлейфом РЛ від ДТс до поїзного шунта ЕРС.

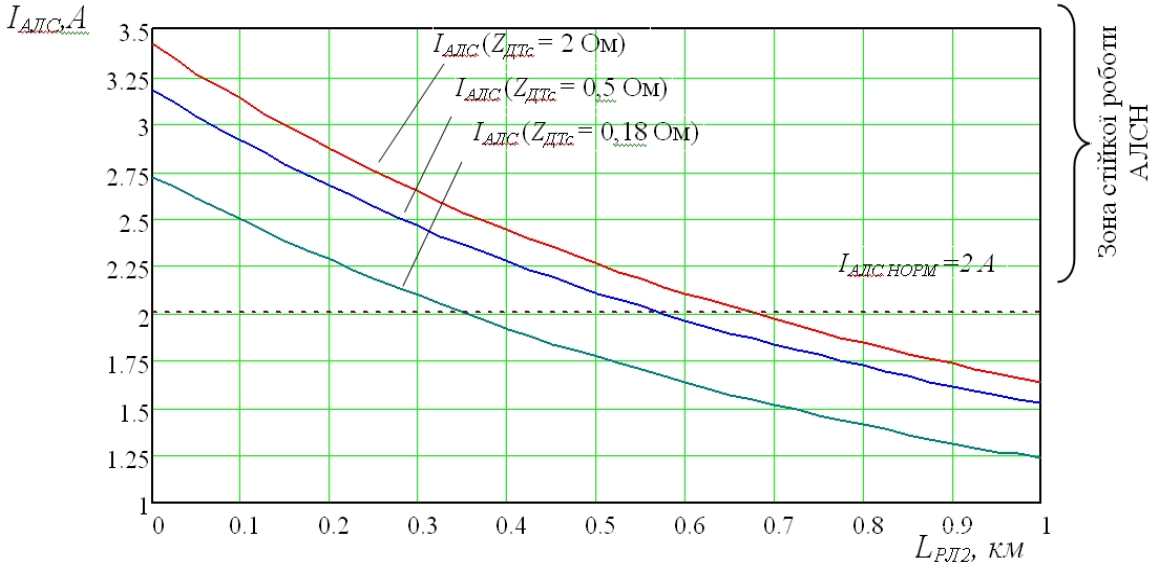


Рис. 1. Залежність струму АЛС під локомотивними ПК від відстані поїзного шунта до ДТс при різних значеннях повного опору основної обмотки ДТс

Проявом такого перерозподілу струмів є втрата кодування РЛ струмом АЛС. В умовах швидкісного руху таке явище можна уникнути, використовуючи ДТс, які розраховані на тягові струми, що споживаються швидкісним ЕРС.

Список використаних джерел

1. Кошевий С. В. Дослідження умов роботи локомотивних пристроїв АЛС при безупинному проходженні поїзда через станцію [Текст] / С.В. Кошевий, Ю.В. Соболєв, М.С. Кошевий, С.М. Бібіков // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2009. – № 1 (74). – С. 32 – 43.
2. Сороко В.И. Аппаратура железнодорожной автоматики и телемеханики. Справочник [Текст]: в 2-х т. / В.И. Сороко, В.А. Милюков. – 3 изд. – М.: МПФ «ПЛАНЕТА». 2000 – 960 с. – Кн. 1.
3. Тамм И.Е. Основы теории электричества [Текст] / И.Е. Тамм. – М.: Наука, 1976. – 386 с.

Мойсеєнко В. І., д.т.н., професор (УкрДУЗТ), Гаєвський В. В., к.т.н. (директор ТОВ «НВП «Залізничавтоматика»)

КОНЦЕПЦІЯ РОЗРОБКИ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ ДЛЯ МАЛИХ СТАНЦІЙ В КОНТЕКСТІ ІНЖЕНЕРІЇ 4.0

Інфраструктура залізничного транспорту загального та незагального користування складається у переважній більшості з станцій 3 - 4 - 5 класів. На відміну від більш потужних вони, як правило оснащені морально та фізично застарілим технічним обладнання.

Незважаючи на докорінні зміни у елементній базі мікропроцесорних систем промислової автоматики мікропроцесорні системи централізації продовжують по суті копіювати структуру релейних систем централізації. Характерною ознакою релейних систем з центральним живленням та розміщення апаратури є надання живлення для роботи об’єктів керування та контролю від поста централізації. При цьому пристрої логіки централізації фактично виконують функцію комутаторів живлення. Приймаючи до уваги особливості використання електромеханічних пристроїв, які забезпечують логіку роботи системи централізації такий підхід є цілком виправданий, й забезпечує кращі показники відмовостійкості та ремонтопридатності.

Сучасна електронна техніка кардинально відрізняється від релейної, вона практично не потребує регламентного обслуговування, стійка до високого рівня вологості, перепадів температур, тощо. Прикладом можуть слугувати системи автоматики автомобільного авіаційного та морського транспорту[1,2,3].

Аналіз перших релейних систем централізації з місцевим живленням та місцевими залежностями показує, що вся комутація кіл керування напільних пристроїв відбувалася безпосередньо біля них, що дуже спрощувало кабельну мережу станції.

Дещо подібну структуру мають окремі модифікації МПЦ EBILOCK, МПЦ – Д, МПЦ – С (к), МПЦ – У, але кожна з них має свої особисті відмінності [4,5].

Характерною ознакою подібних систем є відсутність комутації кіл напільного обладнання з поста централізації. В подібних системах інформація від логіки централізації надходить до об'єктних контролерів через комп’ютерну мережу, а кола напільних об’єктів комутуються ключами К1, К2, К3,....Кn об’єктних контролерів.

Такий підхід робить не критичним місце знаходження технічних засобів логіки централізації, не потрібно мати потужну силову установку для живлення системи , бо воно фактично стає розгалудженим, крім того з являються нові можливості з резервування живлення.

Зважаючі на сучасні тенденції ринку праці та особливості розташування малих станцій (зазвичай це дуже малі населенні пункти, де завжди існувала проблема з кваліфікованими кадрами) головною вимогою є висока відмовостійкість, при заданому рівні функційної безпечності. Виходячи з зазначеного всі основні функції системи повинні дублюватися, або резервуватися таким чином, щоб забезпечити стійку роботу МПЦ до моменту приїзду обслуговуючого персоналу.

Також необхідно передбачати нові функції систем МПЦ за використанням інструментів Індустрії 4.0 (Digital Twins, EDGE Computing) [6,7] які дозволяють провести аналіз станів елементів системи, обробити дані безпосередньо біля об’єкту та передати інформацію про працездатність системи технічному персоналу та на АРМи вищого рівня.

На рис. 1 показана структурна схема системи МПЦ для малих станцій з об’єктними контролерами парної та непарної горловин, відповідно ОКПГ та ОКНГ до вихідних кіл яких підключені напільні пристрої, тобто стрілки, сигнали та рейкові кола. Об’єктні контролери будуються за двоканальною схемою з резервуванням процесорних, модулів живлення та відповідальних функціональних модулів.

Побудова підсистеми логіки централізації здійснена по класичній двоканальній схемі з повним резервуванням всіх компонентів. У конкретному випадку можливе спрощення при якому резервуються тільки модуль живлення та процесорні модулі з використанням гарячого резервування.

Верхній рівень системи також має основну та резервну мережу до якої підключаються АРМ персоналу, забезпечується інформаційний обмін з системами верхнього рівня, або керування групою віддалених об'єктів (стрілки, сигнали, або система автоматичної переїзної сигналізації.)

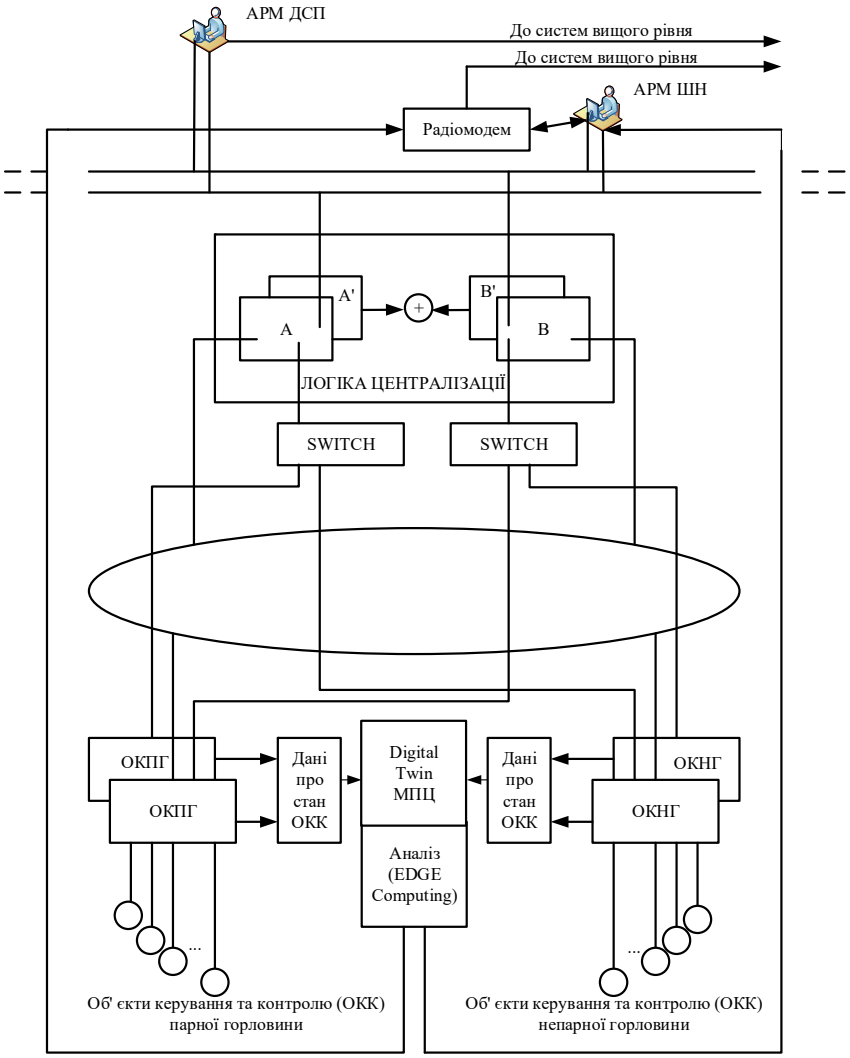


Рис. 1. Структурна схема системи МПЦ малих станцій з об'єктними контролерами парної та непарної горловин

Інформаційний обмін з системою логіки централізації відбувається за рахунок двох електронних мереж, які побудовані за різною структурою. Основна мережа – це кільцева оптична лінія, яка може складатися з одного кільця, що охоплює всю станцію, або з двох кіл, у межах горловин станції.

Резервна мережа ОК будується за радіальним принципом, причому кожний ОК підтримує зв'язок двома каналами логіки централізації, як і при кільцевій структурі. Вся внутрішня мережа будується за логікою дублювання. При пошкодженні одного елемента мережі її функціонування не припиняється.

Список використаних джерел

1. Кашканов, А. А. Інформаційні комп'ютерні системи автомобільного транспорту: навчальний посібник; А. А. Кашканов, В. П. Кужель, О. Г. Грисюк. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 230 с. URL https://atm.vntu.edu.ua/subject/books/IKCAT/Lec_Lab_IKS_AT_2010.pdf (дата звернення 14.10.2022)
2. Gnatyuk S., Vasyliev D. Modern critical aviation information systems; Ukrainian Scientific Journal of Information Security, 2016, vol. 22, issue 1, p. 51-57
3. Коломієць О.М. Особливості автоматизації контролю технічного стану морського транспорту. Коломієць Оксана Михайлівна WORLD SCIENCE № 3(43), Vol.1, March 2019, p. 19 -25

4. Мойсеєнко В.І. Мікропроцесорні системи залізничної автоматики. Частина 1 Централізація стрілок і сигналів; В.І. Мойсеєнко; Під ред. Г.І. Загарія. – Х.: ХФВ «Транспорт України», 1999. – 148 с.
5. Басов В.І. Мікропроцесорні системи управління рухом поїздів МПЦ-У та МАБ-У; В.І. Басов, В.В. Єлісєєв, О.В. Петренко, А.Б Бойнік, М.Н. Чепцов, С.О. Радковський: Навчальний посібник для студентів залізничного транспорту. К.: 2014 – 430с.
6. Kevin Lee, Ka Lok Man Edge Computing for Internet of Things URL https://www.mdpi.com/2079-9292/11/8/1239 (дата звернення 10.10.2022)
7. Гаєвський В.В. Науково – практичні аспекти використання інтерактивних засобів моніторингу функціонування пристроїв залізничної автоматики. Міжнародна науково – практична конференція «Впровадження перспективних мікропроцесорних систем залізничної автоматики та засобів телекомунікації на базі цифровізації» 27-28 вересня 2018 р, м Харків.

Мірошник М. А., д.т.н., професор (ХНУК),
Клименко Л. А., к.т.н., доцент (УкрДУЗТ),
Седякін І. І., студент (УкрДУЗТ)

ПРОЕКТУВАННЯ МІКРОПРОГРАМНОГО АВТОМАТА З ОПЕРАЦІЙНИМ ПЕРЕХОДОМ ЗА ДОПОМОГОЮ ЛІНІЙНОЇ АЛГЕБРИ ТА МЕТОДУ НАЙМЕНШИХ КВАДРАТІВ

Актуальною науковою проблемою є моделі та методи організації мікропрограмних автоматів із операційним переходом. Дослідження засноване на лінійній алгебрі та методі найменших квадратів. Теоретична новизна полягає у пропозиції методу вибору констант станів та гілок у графовій схемі алгоритму на основі методу найменших квадратів.

Основним завданням цього дослідження є поєднання відомого методу найменших квадратів і мікроавтоматів з оперативними переходами. Важливим компонентом сучасних цифрових систем є пристрій, одним із способів реалізації якого є мікропрограмний автомат. Збільшення складності алгоритмів сприяє збільшенню апаратних витрат логічної схеми машини. У цьому аспекті важливою є проблема зниження апаратних витрат, одним із рішень якої є розробка та аналіз нових структур з меншими апаратними витратами порівняно з раніше відомими структурами.

У структурах мікропрограмних автоматів зазвичай використовується канонічний метод перетворення коду стану системою булевих рівнянь. У випадку канонічний метод структурного синтезу мікропрограми включає такі етапи: формування розміченої графової схеми алгоритму, кодування станів, формування прямої структурної таблиці мікроавтомата, формування систем булевих функцій, що описують комбінаційну схему, синтез логічної схеми на заданій елементній базі.

Пропонується альтернативний канонічний підхід [1-3], заснований на перетворенні кодів станів автоматів за допомогою кінцевого набору арифметичних та логічних операцій. Такий підхід може сприяти зниженню апаратних витрат за рахунок багаторазового використання окремих функціональних блоків та процесу реалізації мікропрограмних переходів автоматів [1]. Цей альтернативний підхід швидко розвивається і стає все популярнішим, тому й привертає увагу.

Порівняння ефективності мікропрограм Мілі та Мура з операційним переходом порівняно з канонічним підходом показує, що мікропрограма Мілі має менші витрати на обладнання до 10%, а мікроавтомат Мура менш ніж на 20-37%.

Граф-схема алгоритму є відправною точкою нашого дослідження [2], у якою є три типи переходів: прямі, умовні та зворотні. Подальше перетворення полягає в тому, що ми явно додаємо нульові стани та робимо так, щоб усі стани були у лівій частині, а всі вільні члени у правій частині.

Модель у вигляді матричного подання була вперше використана для мікропрограмного автомату з переходом робочого стану. Номер, який відповідає гілкам, береться зі стовпця вільних членів, а число, надане станам графа, є елементом вектору. У системі рівнянь більше, ніж змінних, отже, можна ігнорувати одне рівняння, тому можна використовувати метод найменших квадратів. Вирішення цього матричного рівняння дозволяє одержати числа, відповідні станам графової схеми алгоритму.

Щоб знайти рішення станів автомата мікропрограми, ми використовуємо метод найменших квадратів [1-3]. У системі невідомі не тільки стани, а й стовпець вільних членів, який містить, по-перше, цілі числа, по-друге, дробові числа, знаки чисел фіксовані.

Модель готова до експерименту в MathCad. Аналіз показує, що числа всі цілі та різні та задовольняють вимогам до кодування станів мікропрограмних автоматів.

Числа у вершинах одержані шляхом строгих математичних обчислень. Важливо, щоб числа в станах були довільними, не мітками. Отримані результати частково збігаються із відомим результатом [2]. Це означає, що використовуваний математичний апарат із залученням лінійної алгебри та матриць цілком доречний.

Проміжний результат дослідження полягає в тому, що кілька наборів варіантів мікропрограмного

забезпечення можуть мати однакове кодування стану топології. Відомий метод [1-3] був перевірений та покращений додаванням опису лінійної алгебри. Треба проаналізувати детермінант системи, якщо він дорівнює нулю, система не має рішення та метод оперативного переходу використати не можна.

Підсумок запропонованого методу полягає в аналізі та класифікації алгоритму схеми графа вершин на першому кроці на таки типи: прямі, умовні та зворотні переходи. Рішення надлишкової системи лінійних рівнянь провадиться методом найменших квадратів. Якщо аналіз результату рішення показує, що стани є нецілими числами чи значення станів повторюються, необхідно перевизначити стовпець вільних елементів. Реалізація операційного переходу в арифметико-логічному пристрої полягає у зрушенні вліво для множення на 2 і додавання цілого числа, можна повторно використовувати блоки операційного автомату, за рахунок чого досягається менша апаратна вартість, ніж апаратна вартість канонічного автомату.

При оперативному перетворенні станів у мікропрограмному автоматі, незалежно від способу реалізації, порівняно з традиційним підходом з булевими рівняннями досягається економія апаратних ресурсів за рахунок меншої площі, яку займає схема. Призначення операційних переходів невипадково, а визначається топологією графової схеми алгоритму. Техніка проектування полягає у поділені елементів графової схеми алгоритму на три типи, потім присвоюється вага 2 стану з умовними переходами, тобто множник у матриці системи в такій вершині дорівнює 2, після чого до двох гілок, що виходять з умовної вершини, додається однакове число з протилежними знаками, потім вибір номера стовпця вільних членів з урахуванням детермінанта і, нарешті, якщо стан виявився нецілим числом або кількість станів повторюється, необхідно перевизначити стовпець вільних членів. Такий підхід показує частковий збіг із відомими результатами [2]. Новою властивістю вдосконаленого методу є аналіз детермінанта матриці для визначення того, чи має система рішення, а також застосування методу та його обмеження. Нарешті, надмірність рівнянь проти числом змінних дозволяє використовувати метод найменших квадратів, чого раніше не робилося.

Список використаних джерел

1. M. Miroshnyk, O. Zaichenko, A. Miroshnyk, and N. Zaichenko, “Organization of a Microware Machines with Operational Transition,” 32th International Scientific Symposium Metrology and Metrology Assurance, IEEE MMA2022, 2022, pp. 1-4.,
2. M. Miroshnyk, O. Zaichenko, A. Miroshnyk, and N. Zaichenko, “Synthesis of Temporal Machines with Operational Transformation of State Codes,” 31th International Scientific Symposium Metrology and Metrology Assurance, IEEE MMA2021, 2021, pp. 1-4.
3. M. Miroshnyk, O. Zaichenko, A. Miroshnyk, N. Zaichenko, “A Multiprobe microwave multimeter signals iterative processing,” 30th International Scientific Symposium Metrology and Metrology Assurance, IEEE MMA 2020, 2020, pp.1-4.

Кривуля Г. Ф., д.т.н, професор,
Токарєв В. В., к.т.н., доцент,
Щербак В. К., аспірант
(Харківський національний університет радіоелектроніки)

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЖИВУЧОСТІ БЕЗПРОВІДНИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ З ВИКОРИСТАННЯМ ЯКІРНИХ ВУЗЛІВ

Застосування бездротових сенсорних мереж (БСМ) для моніторингу складних об'єктів пов'язане з розташуванням вимірювальних сенсорів. Контроль поточного стану складних об'єктів із застосуванням БСМ вимагає великої кількості сенсорів (сотні, тисячі) і є складним технічним завданням. Збір даних для заданого простору в реальному часі здійснюється сенсорною мережею, при цьому потрібна довгострокова робота мережі з необхідною живучістю. вузлів. Оскільки кожен наданий вимір пов'язаний з положенням вузла датчика в просторі, процес локалізації (визначення координат) по відношенню до локальної (глобальної) системи координат для кожного вузла має бути виконаний з необхідною точністю. Інші проблеми, пов'язані з мережею бездротових датчиків (наприклад, географічна маршрутизація, оцінка зони покриття або процедури переходу в сплячий режим / пробудження вузлів), можуть збільшити потребу в локалізації вузлів, покладаючись на інформацію про їх місцезнаходження.

Однак, сенсорні вузли зазвичай випадково розгортаються автомобільним роботом або літаком, тому вони не мають попередньої інформації про своє місцезнаходження. Оснастити кожен сенсорний вузол пристроєм глобальної системи позиціонування (GPS) через високу вартість та енергоспоживання неможливо для великорозмірного розгортання. Тому визначення положення сенсорних вузлів, яке називається локалізацією, є однією з ключових технологій ЬСМ. Таким чином, мета локалізації - знайти фізичні координати для всіх вузлів датчиків [1, 2].

При випадковому розгортанні проблема локалізації 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 які

використовуються практично всіма методами локалізації у глобальних координатах..

У даній роботі пропонується зробити сумісною та одночасною локалізацію невизначених вузлів з підготовкою діагностичного забезпечення. Для контролю стану та забезпечення необхідної живучості БСМ пропонується проведення діагностування мережі з використанням якорних вузлів, які необхідні для локалізації вузлів з невідомими координатами. Кількість таких тестових вузлів дорівнює числу Хеммінга в залежності від загального числа вузлів мережі, тобто сумарного числа датчиків для збору інформації (SN) і вузлів ретрансляції (RN) й вираховується як $k = 2^k - m - 1$, де k – кількість тестових вузлів, m – вихідне число вузлів БСМ.

Кожен вузол сенсора в процесі локалізації отримує свій номер аналогічно номеру поточного розряду двійкової послідовності. Якорні вузли мережі нумеруються як числа Хеммінга і займають позиції в числовій послідовності від 1 до k (число якорних вузлів), тобто 1.2.4.16,32,64….

Після проведення тестової діагностики мережі з використанням вибраних якорних вузлів на основі коду Хеммінга маємо можливість отримати адресу несправного сенсора.

Список використаних джерел

1. L. Cheng, C. Wu, Y. Zhang et al., "A survey of localization inwireless 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.

Прохорченко А. В.,д.т.н., професор,
Харченко Д. Р., магістрант,
Веселовський А. В., магістрант
(УкрДУЗТ)

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ВИКОНАННЯ ГРАФІКА РУХУ ПАСАЖИРСЬКИХ ПОЇЗДІВ

У сучасних умовах високий рівень виконання графіку руху пасажирських поїздів на залізничному транспорті є одним з засадничих чинників для конкуренції з іншими видами транспорту на ринку пасажирських перевезень. Для забезпечення точності руху пасажирських поїздів важливе значення має якісна система аналізу та обліку виконання графіка руху пасажирських поїздів, зокрема в умовах експлуатації з'єднаних поїздів з ув'язаними пересадками пасажирів. В умовах обліку важливе значення має встановлення порогових значень часу затримки для пасажирських поїздів, при перевищенні яких поїзд вважається затриманим. Наразі на АТ «Укрзалізниця» не встановлено максимально допустимий граничний час затримки для пасажирських поїздів, тому для удосконалення системи обліку виконання графіку руху пасажирських поїздів важливо дослідити досвід країн Європейського Союзу саме у цьому напрямі.

Для вирішення поставленого завдання запропоновано провести аналіз діючих систем обліку виконання графіка руху поїздів в різних країнах Європи [0]. Зокрема, у Польщі та Німеччині пасажирський поїзд вважається затриманим, якщо його затримка складає більше ніж 5 хвилин 59 секунд. На залізницях Франції максимальний час затримки варіюється між 5 хвилинами 59 секундами для поїзда у приміському сполученні та від 5 до 15 хвилин для поїздів дальнього сполучення (максимальний час затримки залежить від класу поїзда). На мережі залізниць у Швейцарії встановлений максимальний час затримки у 3 хвилини. Для перевізників у Великобританії поріг пунктуальності у 5 хвилин 59 секунд встановлений для поїздів, що курсують у напрямку Лондона та Південного Сходу або регіональних рейсів та менш ніж 9 хвилин та 59 секунд для поїздів далекого сполучення.

Для деталізації досліджень був проведений порівняльний аналіз виконання графіку руху пасажирських поїздів у вищерозглянутих країнах. Виявлено, що незважаючи на те, що на залізницях Швейцарії встановлений більш високий поріг пунктуальності, ніж в інших розглянутих країнах, рівень виконаного графіку руху за 2021 рік у цій країні тримається на високому рівні: 91,2% у приміському русі та 92,1% у дальньому сполученні. У свою чергу країни з більш нижчими пороговими значеннями часу затримок для пасажирських поїздів мають нижчий рівень пунктуальності: у Польщі загальний рівень виконаного графіку руху пасажирських поїздів становив 90,12%, а у Німеччині цей показник сягнув 94,3% для приміського руху та 75,2% для дальнього сполучення. У Франції зафіксовано 92,9% пунктуальності пасажирських поїздів у приміському сполученні та 84,9% у дальньому. У Великобританії рівень PPM (англ., The Public Performance Measure), тобто відсоток від загальної кількості поїздів, що запізнилися / прибули раніше більше ніж на 10 хв. – для поїздів далекого прямування, більш ніж на 5 хв. – для приміського сполучення [2], за період з 1 січня по

31 березня 2021 року склав 93,0 %.

Завдяки проведеному аналізу було виявлено, що впровадження максимально допустимого часу затримки пасажирських поїздів надає можливість більш якісно дослідити відсоток виконання графіку руху. Це у свою чергу удосконалить систему контролю якості надання послуг пасажирськими поїздами, які курсують на мережі залізниць України.

Список використаних джерел

1. Grechi D., Maggi E. The importance of punctuality in rail transport investigation on the delay determinants. European Transport. 2018. V.70.
2. Макаренко М. В., Родкевич А. Г. Міжнародний досвід застосування стандартів якості на підприємствах залізничного транспорту. Зб. наук. праць ДУІТ – Київ: ДУІТ, 2014. Вип. № 27. С. 110–113.

Прохорченко Г. О., к.т.н., доцент,
Нізсковський С. Г., магістрант,
Новіков О. В., аспірант (УкрДУЗТ)

УДОСКОНАЛЕННЯ КРОС-КОРДОННИХ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ОСНОВІ ПРИНЦИПІВ ONE-STOP SHOP

В умовах перевантаження залізничних прикордонних переходів одним із напрямків удосконалення крос-кордонних перевезень пасажирів на залізничному транспорті України є застосування ефективної системи розподілу пропускної спроможності залізничної інфраструктури на основі принципів ONE-STOP SHOP. Враховуючи відсутність в АТ “Укрзалізниця” дієвої системи узгодження ниток графіків руху швидкісних та звичайних пасажирських поїздів у міжнародному сполученні в роботі запропоновано вивчити досвід крос-кордонних перевезень пасажирів на Транс’європейській транспортній мережі TEN-T, що об’єднує залізничні системи в Європейському Союзі.

Для спрощення процедур та підвищення швидкості узгодження ниток графіку у крос-кордонних пасажирських перевезеннях запропоновано використати принцип "єдиного вікна" (One-Stop Shop, OSS). OSS - це єдиний контактний пункт, який дозволяє розробляти, узгоджувати, запитувати та отримувати відповіді на питання щодо пропускної спроможності інфраструктури для міжнародних поїздів, що перетинають кордон. Вивчена процедура розподілу пропускної спроможності залізничної інфраструктури на мережі TEN-T та формалізовано технологію узгодження ниток графіку швидкісних та звичайних пасажирських поїздів з урахуванням запитів на рух вантажних поїздів. Запропоновано нитки графіка у річному розкладі руху розділити на нитки каталогу, що постійно використовуються та резервні нитки графіку або часові коридори, які можуть бути використані в умовах зміни розкладу міжнародних пасажирських поїздів з причини російських військових атак на залізничну мережу України.

Розробка автоматизованої системи розподілу пропускної спроможності крос-кордонної залізничної інфраструктури дозволить підвищити ефективність використання пропускної спроможності, зменшити витрати та підвищить якість та швидкість розподілення ниток графіку руху для швидкісних та звичайних пасажирських поїздів в умовах реформування залізничного транспорту України.

Прохорченко А. В., д.т.н., професор,
Золотарьова О. Ф., магістрант,
Сондей О. В., магістрант
(УкрДУЗТ)

УДК 656.2

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ВОКЗАЛУ В УМОВАХ ОРГАНІЗАЦІЇ ЕВАКУАЦІЙНИХ ПОЇЗДІВ

З початку широкомасштабної російської військової агресії важливе значення для евакуації населення з регіонів активних бойових дій набула створена з перших днів система руху евакуаційних поїздів на залізничній мережі України. Державні підприємства АТ Укрзалізниця “Пасажирська компанія та “УЗШК” організовували безкоштовні поїзди, були задіяні всі звичайні та швидкісні поїзди, що дозволяли досить ефективно вивозити людей з самих активних бойових дій. Практичний досвід роботи в таких складних умовах показав важливість організації роботи залізничних вокзалів. Крім складності організації очікування та самої посадки залізничні вокзали піддавались терористичним ракетним обстрілам. Наприклад, 8 квітня 2022 року обстріл платформи під час посадки у евакуаційний поїзд у місті Краматорськ Донецької області, де в результаті загинула 61 особа, а 121 - отримала поранення. Посадка здійснювалась секторно з відділенням людей з дітьми, тощо, значна частина людей знаходилась у приміщенні вокзалу, що врятувало багатьом життя. За таких умов, практичний досвід та необхідність визначення заздалегідь безпечних та коротких за тривалістю маршрутів виходу пасажирів на посадку обумовлює проведення досліджень в напрямі удосконалення технології роботи залізничного вокзалу в умовах організації евакуаційних поїздів [1].

Для вирішення поставленого завдання в роботі запропоновано використати математичну модель

направленого руху потоків пасажирів в різних емоційних станах [2] для встановлення маршрутів та тривалості руху пасажирів для посадки у евакуаційний поїзд. Досліджені різні сценарії та запропоновані рекомендації щодо удосконалення технології роботи залізничного вокзалу Д. Результати досліджень дозволяють теоретично обґрунтувати рішення щодо розміщення пасажирів у приміщеннях вокзалу та визначити маршрути посадки у евакуаційні поїзди, що зменшить ризики загибелі людей у випадку терористичних ракетних атак.

Список використаних джерел

1. Типовий технологічний процес з надання послуг пасажирам та організації роботи залізничних вокзалів ЦП-0048: наказ Укрзалізниці: офіц. текст: за станом на 29 червня 2005 р. - № 187-Ц.
2. Helbing D., Farkas I., Vicsek T. Simulating dynamical features of escape panic. Nature. 2000. № 407. P. 487-490.

Дідусенко В. В., магістрант,
Транько Т. Г., магістрант,
Кравченко М. А., аспірант (УкрДУЗТ)

УДК 656.22

УДОСКОНАЛЕННЯ КРОС-КОРДОННИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ В ЕКСПОРТНОМУ СПОЛУЧЕННІ

Україна є одним з провідних експортерів зерна у світі. Вагома частка перевезень зернових культур завжди припадала на морський транспорт, однак у 2022 р війна змінила все. Російська агресія на півдні України унеможливила роботу портів та організацію морських перевезень, тому важливе завданням постало удосконалення організації крос-кордонних вантажних перевезень в експортному сполученні сухопутним транспортом.

Для забезпечення перевезення наявного обсягу вантажів в напрямі західних кордонів України у роботі було досліджено організацію перевезення зерна з України в Німеччину залізничним транспортом за напрямком Мацеєв (Луків, Україна) – Росток (Німеччина). Для визначення економічної ефективності перевезення залізному транспорту було співставлено автомобільний за тим же напрямком. Це дозволило оцінити сильні і слабкі сторони обох видів транспорту у міжнародному сполученні, в перевезеннях великого обсягу вантажу і на значні відстані. Дослідження показали, що відстань перевезення залізничним транспортом становить 1146 км, а автомобільним 1123 км. При цьому залізничне перевезення здійснюється приблизно за 6 діб, а автомобільне - 3-4 доби. В обох випадках найбільше часу витрачається на митні операції. Окрема увага у разі вибору автомобільного транспорту приділяється великим чергам на кордоні України та Польщі, особливо у вихідні дні. Однак, в межах Європейського Союзу перетин кордону не є проблемою, адже для осіб, які перетинають внутрішні кордони між державами-членами Союзу, прикордонний контроль відсутній [1]. До того ж, слід враховувати вантажомісткіть вагону та автомобіля. Якщо вантажопідйомність вагона близько 60 т [2], а авто – 24 т [3], то для перевезення 1800 т зернових вантажів необхідно завантажити залізничний рухомий склад кількістю 30 вагонів або 75 одиниць автомобільного транспорту. Проведенні дослідження техніко-економічної доцільності організації ступеневих маршрутів на основі принципів райдшерінгу в напрямі залізничних прикордонних переходів. Доведена ефективність організації ступеневих маршрутів в умовах перевантаження переходів, що дозволяє зменшити переформування составів на основних передкордонних сортувальних станціях, і як наслідок, прискорити рух відправок та використати частки пропускної спроможності залізничної інфраструктури, які не задіються з причини зайнятості сортувальних колій, тощо.

Таким чином, аналіз отриманих результатів показав економічну ефективність використання залізничного транспорту при перевезенні великого обсягу вантажів з України в Європу. Незважаючи на більшу тривалість і довжину маршруту, затрати на залізничне перевезення набагато менші, адже при автомобільному перевезенні необхідна значна кількість автомобілів, а відповідно збільшуються витрати на заробітну плату водіїв, логістів, технічне обслуговування автомобілів, оплату доріг та палива, амортизацію одиниць техніки та інше.

Список використаних джерел

1. Регламент (ЄС) 2016/399 Європейського парламенту та ради про Кодекс Союзу про правила, що регулюють пересування осіб через кордони (Шенгенський прикордонний кодекс).URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32016R0399&qid=1635355763466
2. LaneMax. Морські та контейнерні перевезення - Типи залізничних вагонів. Опис залізничного рухомого складу. URL: http://lanemax.top/info/zaliznychni-vagony-ua.html
3. Incos Group LLC - Наземні вантажні перевезення URL: http://incosgroup.com/ua_c01_nazemni_vantajni_perevezennja.html

Сокол Г. В., к.т.н., доцент,
Терьошкін М. Ю., магістрант
(Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»)

УДК 621.39

РОЗРОБЛЕННЯ ПРОЕКТУ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ КОМЕРЦІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА ПП «МОЛТЕХПРОМ»

Комп'ютерна мережа – система зв'язку між двома чи більше комп'ютерами. У ширшому розумінні комп'ютерна мережа – це система зв'язку через кабельне чи повітряне середовище, самі комп'ютери різного функціонального призначення і мережеве обладнання. Для передачі інформації можуть бути використані різні фізичні явища, як правило – різні види електричних сигналів чи електромагнітного випромінювання [1].

Сучасні комп'ютерні мережі забезпечують:

- колективне опрацювання даних користувачами;
- обмінювання файлами та іншими даними між користувачами;
- спільне використовувати програми;
- спільне використання принтерів, модемів та ін.

ПП «Молтехпром» засновано в червні 2001 року, знаходиться за адресою місто Полтава пров. Поштовий, 1б. Займається торгівлею деталями та приладдям для автотранспортних засобів.

Комунікація є смисловим аспектом соціальної взаємодії, однією із найбільших загальних характеристик будь-якої діяльності. Комунікацію можна визначити як форму зв'язку, як один із проявів обміну інформацією між живими істотами, у процесі їх безпосереднього спілкування або за допомогою технічних засобів.

Метою є проектування локальної мережі та забезпечення інформаційної безпеки на підприємстві, в тому числі і створення програми шифрування даних з використанням алгоритму шифрування RSA [3].

Топологія локальних мереж. Найчастіше застосовується класифікація мереж в залежності від їх топології. Розрізняють фізичну і логічну топології. Фізична топологія визначає тип вживаного кабелю, а також спосіб його прокладки [2]. Нижче представлений короткий перелік найбільш широко поширених топологій локальних мереж: шинна; кільце; зіркоподібна.

У ході виконання проектування було проаналізовано потреби підприємства та розроблено проект мережі для одноповерхової будівлі підприємства «Молтехпром».

В ході побудови мережі було вибрано і реалізовано топологію зірка. Було визначено вартість запропонованого обладнання а також підраховано витрати на організацію комп'ютерної мережі на даному підприємстві.

Розташування робочих станцій відносно плану будівлі. Прокладка комунікації зображена на рис. 1.

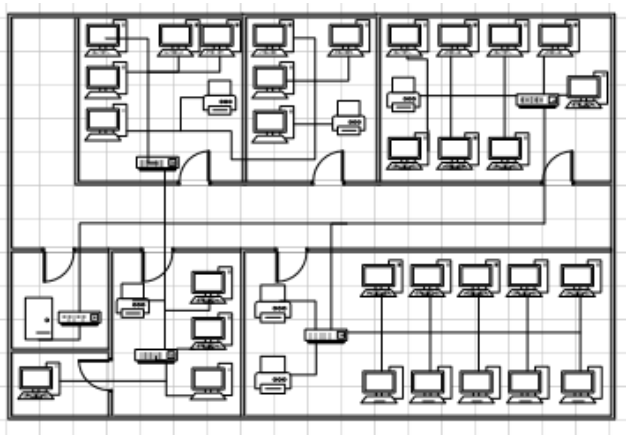


Рис. 1. Функціональна схема розташування комп'ютерів

Список використаних джерел

1. Brown S. "Mosaic" and "Global web" for Internet access: Per. From English – M.: Light: Malip: SK Press, 2008. – 167p.
2. Jeff Forrestal, Greg Shipley, Scanners for the detection of water at corporate facilities // Measures and communication systems - # 7. – 2009. – P. 114 – 124.
3. Hryshina N. V. Organization of a complex information protection system. - M. Helios ARV, 2007. - 256p.

Герцій О. А., к.т.н., доцент (Державний університет інфраструктури та технологій)

КРІТЕРІАЛЬНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ

Інформаційні ресурси в автоматизованих системах представлені теорією інформації, теорією автоматичного регулювання, теорією моделювання та теорією обчислювальних машин.

На практиці використовуються експертні системи різних типів: інтерпретація, прогноз, діагностика, проектування, планування, спостереження, налагодження, ремонт, навчання, управління [1].

Синтез складних автоматизованих систем повинен починатися з вибору та обґрунтування критеріїв оцінки ефективності та якості. При цьому необхідно вибрати критерій, який дозволяє синтезувати оптимальний процес і комплексну систему за найважливішими показниками ефективності. До цих показників відносяться:

- ймовірність вирішення задачі або надійність системи;
- інформаційна ємність;
- швидкість;
- об'єм, вага, складність і вартість;
- точність роботи і керованість системи;
- завадостійкість.

Крім цього, критерій повинен бути придатним для простої оцінки його числового значення, що дозволяло б розрахувати ефективність не тільки процесу, пристрою і самої системи але відносно подібних пристроїв та системи.

Критерій означає міру, яка дозволяє кількісні та якісні оцінки для класифікації системи або вибору оптимального варіанту серед набору варіантів. Критерії можуть бути виражені на різних рівнях абстракції [1, 2]:

• Лінгвістичній;
• Теоретичні та алгебраїчні;
• Імовірнісно-динамічні;
• Евристичні.

Критерій виводиться методом індукції, тобто від окремого до загального. Окремі критерії можна застосовувати для оцінки якості роботи комплексних автоматизованих систем. Комплексна інформаційна система представлена автоматизованою системою управління комплексного об'єкта. Критерії якості роботи автоматизованих систем включають точність, ймовірність виконання завдання, швидкість, вартість, вагу та об'єм, інформаційну ємність та загальну вартість виробництва та експлуатації системи.

Алгоритм роботи автоматизованої системи – це набір правил та інструкцій, які визначають поведінку системи в процесі управління об'єктом. Правила та інструкції детерміновані в процесі управління об'єктом, тобто процес здійснюється за розробленим алгоритмом. При оптимізації системи методом Монте-Карло або іншим імовірнісним методом правила та інструкції задаються статистично, тобто управління здійснюється за не визначеним алгоритмом. Комплекс автоматизованої системи управління включає такі основні функціонально пов'язані пристрої [3]:

- пристрої для отримання інформації безпосередньо з об'єкта і перетворення її у форму, зручну для подальшого використання, їх називають пристроями первинної обробки інформації;
- пристрої, що регулюють весь процес підготовки, якими є пристрої вторинної обробки інформації;
- пристрої, що використовують інформацію для зміни стану об'єкта в процесі управління, а також пристрої індикації та запису інформації.

Кожен з цих пристроїв працює за власними алгоритмами, синтез яких має здійснюватися щодо стану об'єкта, що описується математичною моделлю, цілей етапів управління, досягнення яких оцінюється відповідними критеріями кількісних характеристик, зовнішніх і внутрішніх ефектів, а також технічну здійсненність алгоритмів.

При контролі і управлінні об'єкт можна розглядати як багатовимірну динамічну систему, на яку водночас із закономірними і випадковими керуючими впливами або сигналами контролю впливають різні випадкові завади у вигляді зовнішніх і внутрішніх збурень. Стан такої системи визначається деякими вихідними параметрами, певним чином пов'язаними з впливами на систему через вектор-оператор системи [3].

У зв'язку з випадковим характером різних впливів і збурень вихідні параметри об'єкта будуть також випадковими функціями часу.

Повними ймовірнісними характеристиками як вихідних параметрів, так і самого об'єкта, є диференціальні багатовимірні закони розподілу, а також рівняння для визначення ймовірності стану виходів системи при різних ймовірностях стану вхідних сигналів. Однак вони не дають інтегральної якісної і кількісної оцінки невизначеності об'єкта при контролі і управлінні, а також інтегральної оцінки зміни невизначеності об'єкта. Для інтегральної оцінки невизначеності об'єкта з неперервною множиною станів у процесі контролю і управління, зручно застосовувати диференціальну ентропію стану об'єкта.

Список використаних джерел

1. Основи теорії інформації та кодування: Навчальний посібник/ [І. В. Кузьмін, І. В. Троцишин, А. І. Кузьмін, В. О. Кедус, В. Р. Лубчик] за ред. І. В. Кузьміна. – Хмельницький, Хмельницький національний університет, 2009. – 373 с.
2. Kuzmin, I., Rudyk, S., Gertsiy, A. Seleznova, R. Principles of construction of applied cybernetic systems / 2017 4th International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications Science and Technology, PICS and T. - Proceedings, 2017, 2018-January, pp. 237–240.
3. Hladkyi, O., Rudyk, S., Kulivnuk, V., Tkachenko, T., Shparaga, T. Using of Information Environment Model for Development of Enterprises' Economics Efficiency in Industrial Agglomeration / 2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications Science and Technology, PICS and T 2020 - Proceedings, 2021, pp. 306–310.

Сокол Г. В., к.т.н., доцент,
Адаменко М. К., магістрант
(Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»)

УДК 621.39

МОДЕРНІЗОВАНА СИСТЕМА СТІЛЬНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ М. ЛУБНИ НА ОСНОВІ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СТАНДАРТУ 5G

На сьогоднішній день триває активне зростання мереж мобільного зв'язку. Тому результатом розвитку технологій є поява мереж п'ятого покоління (5G). Вважається, що мережі четвертого покоління (4G) будуть домінуючими в усьому світі і після 2022 року, через що можна говорити не про заміну існуючих технологій на 5G, а про їх розвиток і доповнення новими технологіями радіодоступу, призначеними для конкретних сценаріїв і певних цілей.

З метою реалізації даної стратегії 3GPP запропонував кілька можливих сценаріїв (або опцій) впровадження 4G (LTE) і 5G (NR) [1]. Всі опції розділені на дві основні групи:

1. Standalone (SA) - передбачають використання тільки однієї технології радіодоступу (LTE або NR - New Radio);
2. Non-Standalone (NSA) - використання і LTE і NR, що спрощує розгортання мереж 5G на початковому етапі.

Для розгортання 5G за сценарієм Non-Standalone необхідна модернізація базових станцій мережі 4G-LTE до рівня eLTE (або enhanced LTE) з метою підтримки розширеного функціоналу взаємодії з базовими станціями 5G (gNb).

Важливим аспектом для реалізації Non-Standalone опцій, є концепція подвійного підключення (Dual Connectivity), специфіковані 3GPP та потрібне підключення користувальницьких терміналів (UE) в стані RRC_CONNECTED одночасно до двох базових станцій (Master eNb і Secondary eNb). Реалізація Non-Standalone накладає додаткові вимоги до складності користувальницьких терміналів (UE), включаючи забезпечення одночасної роботи двох модемів, збільшений розмір буфера прийому і додаткове навантаження на процесорні ресурси рівня PDCP для відновлення порядку проходження пакетів [2].

Варіанти розгортки 5G в режимі Standalone та Non-Standalone (рис. 1):

- об'єднаний режим з мультипідключенням (NSA), а саме: E-UTRA-NR з подвійним підключенням (EN-DC), перехід до віртуальних платформ SDN/NFV в 5G;
- автономний режим (SA) двох типів: NR в автономному режимі (NR SA), E-UTRA з підключенням до 5GC (E-UTRA/5GC).

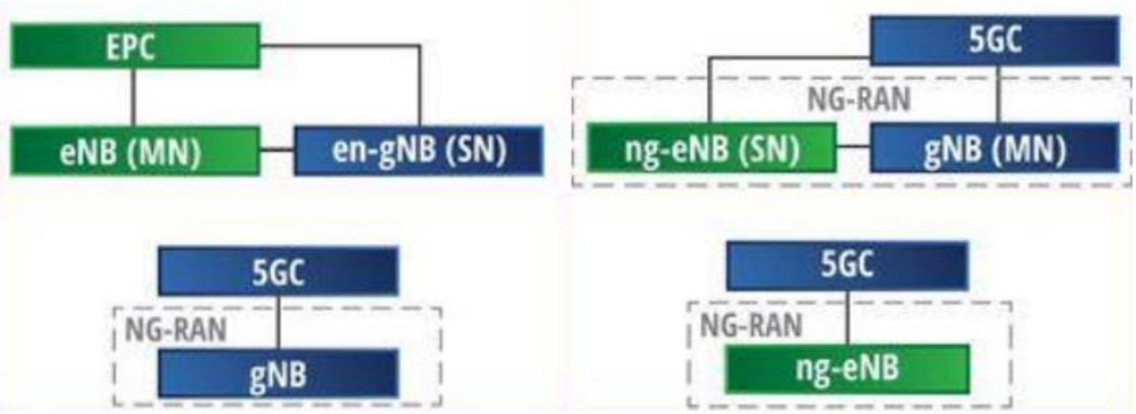


Рис. 1.Варіанти розгортки 5G в режимі Standalone та Non-Standalone

Це все передбачає використання тільки однієї технології, або сумісне існування двох поколінь, що спрощує розгортання мереж 5G на початковому етапі. Звісно, настане час, коли 5G почнуть ставити вже на базі Standalone архітектур, і це дасть змогу розвинути мережу п'ятого покоління ще більше і ще краще. Схожі функції, побудова частот та архітектури двох останніх поколінь дають змогу їх інтеграції.

Список використаних джерел

1. Jackson Cyrus. The 5G Network Architecture, 2020. – 90 с.
2. Zhang L., Zhao G., Imran M.A. (eds.) Internet of Things and Sensors Networks in 5G Wireless Communications, 2019. – 224 с.

Бантюков С. Є., к.т.н.,
Бантюкова С. О., к.т.н. (УкрДУЗТ)

КОНТРОЛЬ ЧАСУ РОБОТИ ОБ'ЄКТІВ У МАСШТАБАХ ВІДНОСНОГО ЧАСУ

Найчастіше у технологічних процесах контроль часу технологічних операцій здійснюється лише в масштабі реального часу.

При обслуговуванні, наприклад, одним оператором кількох об'єктів, що у загальному випадку працюють асинхронно і з різними часовими інтервалами, необхідно знати інформацію про час роботи кожного об'єкта для прийняття рішень. Зчитування показань лічильників часу, у разі, пов'язані з неминучим підрахунком або залишку часу закінчення роботи об'єкту, або часу початку роботи, тощо. Це може призвести до швидкої втоми оператора, а отже, помилок та порушень технологічних зв'язків між об'єктами.

Поряд із пристроями відображення часу роботи будь-якого об'єкта в реальних масштабах часу (таймери, годинник зі стрілочними, цифровими, шкальними індикаторами) інформацію про час роботи об'єкта можна отримати у відносних одиницях часу або у відсотках. У цьому випадку поточний час роботи об'єкта наочний та сприймається однозначно по відношенню до часу початку та кінця роботи та оператор стомлюється менше.

В пристроях, що реалізують вказані функції, при будь-якому заданому часі t роботи об'єкта в реальному масштабі, в якості індикаторів можна використовувати, наприклад, світлодіоди, що загоряються послідовно з рівними інтервалами часу T від першого до останнього. Залежно від заданого часу t роботи величина інтервалу часу T буде змінюватися. $T = t/n$, де n – число відносних одиниць контрольованого часу та, одночасно, число світлодіодів. Загоряння чергового світлодіоду інформує оператора про відпрацьовування певної частки часу (відсотка). Перетворення заданого часу t в реальних одиницях часу у відносні одиниці для спостереження оператором відбувається апаратно.

Часи роботи об'єктів, що задаються, виражаються в одних прийнятих одиницях часу, наприклад у хвилинах або в годинах, що необхідно для того, щоб не ускладнювати пристрої введенням блоку перетворення одних одиниць часу в інші, наприклад, годин у хвилини та навпаки.

Технічний результат, який отримується при використанні таких пристроїв, полягає в комплексному сприйнятті часу початку, поточного та закінчення роботи об'єкта. Такі пристрої доцільно використовувати у системах візуального контролю часу роботи об'єктів різного призначення в масштабах відносного часу.

Рибальченко Л. І., к.т.н., доцент,
Грищенко О. А., студент (УкрДУЗТ)

УДК 656.223

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ У НАПРЯМКУ МІЖНАРОДНОГО СПОЛУЧЕННЯ

Перевезення між країнами є дуже важливими для всіх держав, адже вони впливають на стан зовнішніх і внутрішніх ринків, а також на величину і збалансованість бюджетів. На бюджети країн також впливають митні тарифи, які можуть бути різними, в залежності від виду, розміру, кількості вантажів, виду транспорту, який задіяний у перевезенні, від країни виробника, внутрішнього фінансового стану держави одержувача.

За допомогою мит уряди мають можливість збільшувати припливи грошових ресурсів, захищати та контролювати національний ринок від іноземних конкурентів, регулюючи обсяг ввезених товарів та рівень їх цін. Саме за допомогою митного інструменту країна безпосередньо перешкоджає або сприяє розвитку міжнародної торгівлі, акумулюючи або заморожуючи грошові потоки і збільшуючи або зменшуючи банківські вклади.

Отже, удосконалення процесу перевезень у напрямку міжнародного сполучення є дуже важливим та актуальним питанням для всіх видів транспорту, включно залізничний.

При визначенні напрямків перевезень необхідно враховувати багато факторів впливу на перевезення, таких як допустимі розміри переробки транзитних вагонів на станціях з технічних можливостей, потрібна та можлива кількість призначень формованих поїздів, пропускна спроможність ділянок, провізна спроможність ділянок, дотримання всіх норм виконання поїзної та вантажної роботи, дотримання режиму роботи станції, режимів роботи локомотивних бригад і багато інших факторів.

Виходячи з вищесказаного, удосконалення існуючих технологій, пов’язаних з організацією міжнародних перевезень є важливим питанням сьогодення.

Список використаних джерел

1. Viktor Prokhorov. Solution of the Problem of Empty Car Distribution between Stations and Planning of Way-Freight Train Route Using Genetic Algorithms / Tetiana Kalashnikova, Liliia Rybalchenko, Yuliia Riabushka, Denys Chekhunov // International Journal of Engineering & Technology. – N. 8. – 2018 y. – p. 275 – 278.
2. Рибальченко, Л.І. Визначення основних напрямів удосконалення експлуатаційної роботи залізниць / Л.І. Рибальченко, А.А. Котельнікова,

Ю.В. Парфьонова, Г.М. Пономаренко // ScientificJournal «ScienceRise». – 2016. – Вип. №8/2(25). – С. 37-41.
3. Рибальченко, Л. І. Напрямки підвищення якості перевезень на залізничному транспорті / Л. І. Рибальченко, М. О. Чередниченко // Тези доповідей 7-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Перспективи взаємодії залізниць та промислових підприємств» (м. Дніпро, 30 листопада 2018 р.): зб. тез. / ДНУЗТ ім. В. Лазаряна. – Дніпро, 2018. – Вип. 4. – С. 128-129.

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

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ РОЗУМНИМИ МАШИНАМИ

Основна проблема, що виникає при створенні систем управління полягає в класифікації потоку подій в реальному часі. Впевненість у прийнятті рішень залежить від сенсорних даних, але вини швидко застарівають. Модель Короткострокової Пам'яті (КП), що запропонована в роботі [1], дозволяє врахувати ефект старіння даних з часом. В даній роботі пропонується використовувати цю модель в системі управління Розумною Машиною (РМ). Узагальнена модель управління РМ передбачає використання інформації як про поточний стан РМ й оточення, так і її історію (маршрут і прийняті раніше управління). Наприклад, в ситуації наближення до РМ якоїсь динамічної перешкоди потрібно знати звідкіля вона з'явилася, як швидко наближається, які маневри у часі виконувала, тобто знати характеристики її руху від моменту виявлення до моменту прийняття рішення. Аналогічно, в ситуації коли РМ приймає рішення щодо перетину перехрестя також потрібна динамічна характеристика ситуації на перехресті: де з якого боку рухаються інші об'єкти які у них динамічні характеристики були на попередніх інтервалах часу. Для використання нечіткої системи управління в РМ запропонована нечітка модель КП [2]. У КП історія зберігається у вигляді послідовності подій, які формуються на основі гранулярної моделі уявлення даних від сенсорів.

У доповіді розглядаються питання імплементації моделі КП на прикладі прототипу РМ, апаратне забезпечення якої є колісний робот на повнопривідному шасі Multi Chassis-4WD Robot Kit ATV version с чотирьмя колесами, з мікроконтролером Arduino Mega, набором Motor shield, модулем wi-fi esp8266, 10-ю інфрачервоними датчиками відображення ky-033, ультразвуковим датчиком HC-SR04, встановленим на поворотній платформі з сервоприводом SG90, та датчиком одометром H206 [3]. Ситуація навколо роботу представлена гранулярною моделлю що побудована на основі даних від сенсорів відображення ky-033 та ультразвукового датчику відстані HC-SR04. В роботі гранулярна модель відображення поточного стану оточення РМ запропонована у вигляді двумірної просторової карти, яка наведена на рис. 1. Простір навколо РМ розбитий на 24 сектори. Для того щоб отримати дані про стан якогось сектора необхідно встановити необхідний напрямок поворотньої платформи, на якій встановлено датчик відстані HC-SR04. На рис. 1 показано, що в експериментах використано шість фіксованих напрямків, позначені пунктирними лініями. Наприклад, коли положення платформи +75°, отримані дані від датчика залежно від ситуації, можуть свідчити про наявність якогось об'єкта або в секторі 1, або 2, або 3, або 4, або взагалі про відсутність об'єкта. На основі технічних характеристик датчика відстані HC-SR04 (кут огляду 15 градусів) та його характеристик похибки вимірювання (кут огляду ±15 градусів та похибка зміни відстань до об'єкта ±2 см.) та точності позиціювання поворотньої платформи запропонована модель обчислення нечітких характеристик впевненості в тому, що у секторі перебуває об'єкт чи координати його знаходження.

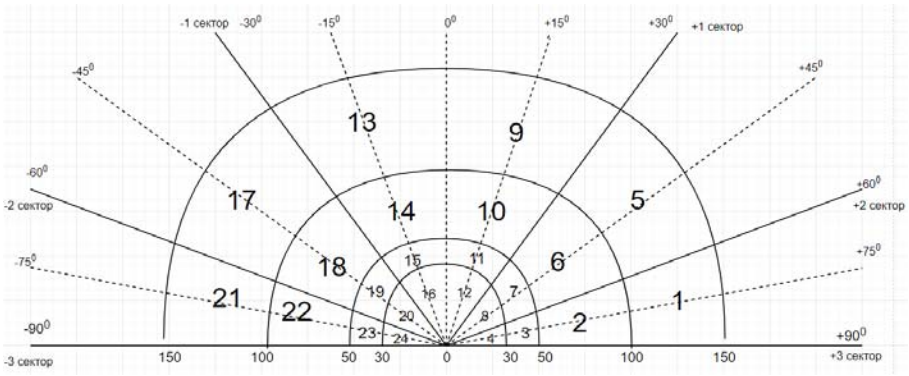


Рис. 1. Просторова карта оточення РМ

Запропонована модель є імплементацією моделі CF=(α, t_L, t_R) нечіткого фактора впевненості ($-1 \le \alpha \le +1$), де t_L, t_R є інтервали часу, що пройшли з моментів останньої зміни фактора впевненості та опитування датчику, відповідно, [2]. Кожному сектору призначена двумірна функція фактора впевненості: розподіл впевненості вздовж радіусу $\alpha_r(r)$ та вздовж дуги $\alpha_\gamma(\gamma)$. Прийнята трапецієвидна функція розподілу з параметрами *a, b, c, d, e, f* як показано на рис. 2. Параметри функцій налаштовані в відповідності характеристикам похибки вимірювання датчику позиціювання платформи. Наприклад для першого сектору параметри наведені у таблиці 1.

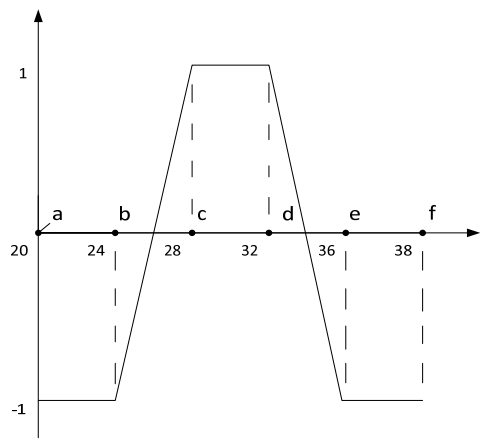


Рис. 2. Функція розподілу фактору впевненості

Таблиця1

Фрагмент визначення функції фактора впевненості

№ сектору	$\gamma_{min}, \gamma_{max}$	r_{min}, r_{max}	$a_\gamma, b_\gamma, c_\gamma, d_\gamma, e_\gamma, f_\gamma$	$a_r, b_r, c_r, d_r, e_r, f_r$
6	+30, +60	50, 100	+27,+35,+40,+50,+57,+65	45, 53, 65, 84, 96, 110

Модель обчислення нечіткого фактору впевненості в тому, що у секторі *i* знаходиться об'єкт, для даних *r* (відстань до об'єкту в сантиметрах), отриманих від датчику відстані HC-SR04 й γ (кут повороту платформи в градусах), отриманих від сервоприводу наведена в (1).

$$\alpha_\gamma = \begin{cases} -0,5 & if\ \ \gamma \in [a_\gamma, b_\gamma]\ \text{ or } \gamma \in [e_\gamma, f_\gamma]; \\ -1 + 2\dfrac{\gamma - b_\gamma}{c_\gamma - b_\gamma} & if\ \ \gamma \in [b_\gamma, c_\gamma]; \\ +1 - 2\dfrac{\gamma - d_\gamma}{e_\gamma - d_\gamma} & if\ \ \gamma \in [d_\gamma, e_\gamma]; \\ +1 & if\ \ \gamma \in [\mathrm{c}_\gamma, \mathrm{d}_\gamma]; \\ -1 & otherwise. \end{cases}$$

$$\alpha_r = \begin{cases} -0,5 & if\ \ r \in [a_r, b_r]\ \text{ or } r \in [e_r, f_r]; \\ -1 + 2\dfrac{r - b_r}{c_r - b_r} & if\ \ r \in [b_r, c_r]; \\ +1 - 2\dfrac{r - d_r}{e_r - d_r} & if\ \ r \in [d_r, e_r]; \\ +1 & if\ \ r \in [\mathrm{c}_r, d_r]; \\ -1 & otherwise. \end{cases}$$

$$\alpha = MIN(\alpha_\gamma, \alpha_r) \qquad (1)$$

Нижче в табл. 2 наведено приклад обчислення фактору впевненості для ситуації коли показники датчику відстані *r=86см* для напряму платформи *γ=+45°*.

Таблиця 2

Приклад обчислення фактору впевненості для *r=86см, γ=+45°*.

№ сектору	α_γ	α_r	α
1	*−1.0*	*−1.0*	*−1.0*
2	*−1.0*	*−1.0*	*−1.0*
3	*−1.0*	*−1.0*	*−1.0*
4	*−1.0*	*−1.0*	*−1.0*
5	*+1.0*	*−0.17*	*−0.17*
6	*+1.0*	*+0.6*	*+0.6*
7	*+1.0*	*−1.0*	*−1.0*
8	*+1.0*	*−1.0*	*−1.0*
9	*−1.0*	*−1.0*	*−1.0*

Якщо потрібні данні що до впевненості знаходження об‘єкту в певній точці оточення РМ, наприклад, *r=86см, γ=+38°* то з (1) *α=0.67*.

Список використаних джерел

1. 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).
2. A. Kargin, T. Petrenko, “Spatio-Temporal Data Interpretation Based on Perceptional 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.
3. A. Kargin, O. Ivaniuk, G. Galych, A. Panchenko, “Pollygon 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.

Лазарєва Н. М., інженер,
Лазарєв О. В., ст. викладач (УкрДУЗТ)

УДК 004.8

ПРИНЦИПИ НАВЧАННЯ ПРИ НЕЙРО-НЕЧІТКОМУ КЕРУВАННІ ФАКТИЧНИМ СТАНОМ ОБ’ЄКТА

При нечіткому керуванні на основі емпіричних знань про об’єкти керування, набувають актуальності методи і моделі, що становлять основу системи технічної підтримки при вирішенні практичних задач ефективної експлуатації технічних засобів.

Метою керування фактичним станом є передбачення результату за вхідними поточними даними, що надходять від об’єктів. Використання можливостей теорії нечітких множин та математичного апарату адаптивного короткострокового прогнозування дає можливість прийняття оперативних рішень на основі достовірності прогнозних оцінок значень параметрів, що характеризують роботу обладнання.

Основна проблема, що виникає при створенні нечітких систем полягає в класифікації ситуацій за потоком подій, що надходить від датчиків в реальному часі у вигляді вектора ознак. Для прийняття рішення щодо стану об’єкта необхідні дані про поточні параметри та динаміку їх зміни як потік подій за певний проміжок часу. Керуюче рішення відповідає поточній ситуації, виведеній з інформаційних подій на вході з використанням створеної бази нечітких правил, що адаптуються в процесі роботи з урахуванням динаміки процесу. Виходячи з цього, для навчання мережі потрібні три базові речі:

– дані про об’єкт;
– характерні ознаки;
– алгоритм навчання.

Чим різноманітніше вхідні дані, тим більше закономірностей може бути знайдено нейронною мережею і тим точніше прогнозування стану контрольованого об’єкта. Облік певних інформаційних подій ґрунтується на базі сучасних методів неруйнівного контролю значень різноманітних технічних параметрів, а також емпіричних даних, які можуть носити характер невизначених, пов’язаних з браком інформації та її нечіткістю. При цьому також враховуються певні обмеження, пов’язані з необхідністю обробки різнорідної статистичної інформації, знання законів розподілу характеристик обладнання, що ускладнює процес формування адекватних оперативних рішень.

Визначення ознак інформаційних подій, властивостей, характеристик та динаміка їх зміни, на основі чого мережа повинна зробити висновок, є надважливим. Враховується, що процес експлуатації складних об'єктів характеризується такими особливостями, як взаємозалежність, різнорідність та багатопараметричність. При великій кількості ознак нейро-нечітка модель працює повільно і неефективно, тож підбір відповідних ознак має забезпечити якість і швидкість навчання. При цьому людина-оператор не повинна впливати та вносити суб'єктивність в модель керування.

Конструктивний алгоритм, що за кінцеве число кроків дозволив би встановити параметри керування для отримання тотожності еталонних і реальних значень, у загальному випадку відсутній. Алгоритм може бути визначений різними методами. Від вибору методу залежить точність та швидкість роботи моделі. Але якщо дані невідповідні чи в недостатній кількості, то навіть найкращий алгоритм не допоможе отримати бажану якість.

Сучасні інформаційні методи дозволяють враховувати все різноманіття ситуацій, умов експлуатації, забезпечують оперативну обробку результатів в умовах невизначеності вхідної інформації з отриманням значень показників технічного стану об'єкта. Навчена модель забезпечує повну реалізацію керування від визначення фактичного стану об'єкта до прийняття рішень без залучення експерта. Наявність комплексного підходу до узагальнення кількісних і якісних факторів впливу дозволяє штучному інтелекту дещо перевищувати людські можливості.

Рибальченко Л. І., к.т.н., доцент,
Антонова М. О., студент (УкрДУЗТ)

УДК 656.223

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СТАНЦІЇ В УМОВАХ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ МІЖНАРОДНОГО СПОЛУЧЕННЯ

Транспорт - одна з найважливіших сфер в економіці будь-якої держави. Транспортна система забезпечує виробничі зв'язки та є індикатором стану світової торгівлі. У непростих сучасних економічних умовах сформувався тренд на комплексні логістичні рішення та співпрацю з різними видами транспорту, які здатні взяти на себе виконання всіх ланок вантажоперевезень.

Перевагами залізничного транспорту в міжнародних перевезеннях є вигідні тарифи, низька вартість транспортування з розрахунку 1 тонна на 1 км та можливість застосування мультимодальних схем.

Одним з важливих питань на даний час є створення ефективної організації перевезень вантажів між різними країнами. Для виконання цих операцій необхідно приймати рішення з урахуванням багатьох факторів впливу, до яких відносяться технічно допустимі розміри потоку транзитних поїздів без переробки; пропускна спроможність ділянок, перевізна спроможність ділянок, технічні можливості станцій та ділянок з формування, розформування, пропуску поїздів певної маси та довжини, технічної завантаженості станцій, їх розташування, режиму роботи, допустима кількість призначень поїздів на станціях, що формуються; результуюча переробна спроможність залізничних колій незагального користування та залізничних станцій примикання по заданим видам вантажів та багато інших.

Отже, підвищення ефективності роботи станції в умовах перевезення вантажів міжнародного сполучення є актуальним і необхідним у вирішенні питанням на даний час.

Список використаних джерел

1. Данько, М.І. Удосконалення процессу змінно-добового планування на основі застосування інтелектуальних методів [Текст] / М.І. Данько, О.В. Лаврухін, Л.І. Рибальченко, В.О. Романчук // Зб. наук. праць. – Х.: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 119. – С. 7-11.
2. Рибальченко, Л.І. Автоматизація технології оперативного управління рухомим складом/ Л.І. Рибальченко, Н.М. Ковтун// Зб. наук. праць УкрДУЗТ. – Харків, 2015. – Вип. 156. – С. 135-139.
3. Рибальченко, Л. І., Нікора, Ю.І. Удосконалення технології вантажних перевезень залізничним транспортом у сучасних умовах // Тези доповідей II Міжнародної науково-технічної конференції ["Інтелектуальні транспортні технології"] (м. Харків, 27-29 квітня 2021р.) – Харків, 2021. – С. 49.

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

УДК 330.565.(477)

ВПЛИВ ІНФОРМАЦІЙНИХ І ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА МОБІЛЬНІСТЬ ПАСАЖИРІВ І ВАНТАЖІВ

Поширення інформаційних і телекомунікаційних технологій (ІКТ) призвело до кількох економічних і соціальних наслідків. Історично інформація вимагала фізичних засобів для розповсюдження, тобто сфери транспортування та поширення інформації були подібними. Наприклад, поштові послуги потребують

фізичних засобів, що робить мобільність інформації подібною до мобільності вантажів. Пізніше телефон, радіо та телебачення сприятимуть цьому поділу, створюючи інформаційні мережі, відокремлені від транспортних мереж. Нові технології ІКТ, які з'явилися у 1980-х роках, сприяли перелому цієї тенденції, зробивши телекомунікації та транспорт більш інтегрованими. Це комп'ютери, супутниковий зв'язок, мобільні телефони, нарешті, Інтернет.

Транспорт — це послуга, яка потребує та обробляє великий обсяг інформації. Транспортний сектор традиційно сприймався з точки зору транспортних засобів та інфраструктури, якими керували як активами, що забезпечують цінність завдяки мобільності, яку вони надають пасажирам і вантажам. Наприклад, користувачі транспорту вирішують, куди і коли подорожувати, який спосіб використовувати, якщо вони керують транспортним засобом, і якими маршрутами їхати. І навпаки, постачальники транспортних послуг повинні керувати своїми активами, щоб ефективно відповідати попиту (інформації), що надсилається різними транспортними ринками, на яких вони конкурують. Проте взаємодія між попитом і пропозицією транспорту є далекою від ефективності, що призводить до тривалих ситуацій невідповідності (надлишок потужностей, недостатня потужність і недосконала конкуренція).

Розглядаючи потенційний вплив ІКТ, таких як Інтернет, на мобільність, необхідно розглянути, як вони можуть підтримувати, змінювати, розширювати або замінювати мобільність пасажирів і вантажів [1].

Мобільність може бути забезпечена в трьох основних формах.

- Модально-орієнтована. Пряме володіння та експлуатація транспортних засобів і терміналів корпораціями (володіють автопарком) або окремими особами (володіють транспортним засобом для виключного використання). Право власності гарантує доступ до мобільності в будь-який час. Цифровізація передбачає більш ефективне внутрішнє використання активів, таких як відстеження та навігація. Проте оптимальне використання обмежене налаштуванням власності.
- Орієнтована на роботу. Пряма оренда та експлуатація режимів і терміналів корпораціями та приватними особами. Лізинг гарантує доступ до мобільності впродовж оренди. Цифровізація передбачає надання активів доступності на ринку, узгодження попиту та пропозиції.
- Орієнтований на попит. Доступ до мобільності на основі очікуваного попиту (для корпорацій) і потреб (для фізичних осіб). Цифровізація передбачає доступ у режимі реального часу до інформації щодо доступності транспортних засобів для їх тимчасової оренди.

Мобільність підтримується фізичними основами, включаючи транспортну інфраструктуру та системи енергопостачання, а також нормативним середовищем. Цифрова основа (або цифровізація) цієї мобільності стає все більш важливою, оскільки створює нові транспортні ринки.

Цифровізація транспорту стимулює розвиток нових платформ, де учасники можуть взаємодіяти в наданні, використанні та обміні транспортними послугами. Звичайний ландшафт міської мобільності характеризується поділенням пасажирських і вантажних транспортних послуг, що пов'язано з неефективністю цих активів. Завдяки інтеграції постачальників транспортних послуг у платформу ІКТ виникає нова парадигма, яку називають мобільністю як послугою [2].

Мобільність як послуга стосується транзакцій, пов'язаних із транспортуванням і ланцюгами постачання. Традиційно кожен учасник транспортного ланцюга мав тенденцію вести власну централізовану бухгалтерську облікову книгу, в якій реєструвалися його інформація та транзакції. Поява технологій Blockchain забезпечує розширену та розподілену форму бухгалтерських книг, додаючи цінності процесу. Це має потенціал для підвищення транзакційної ефективності ланцюгів поставок шляхом надання можливості постачальникам і користувачам транспортних послуг спільно використовувати загальну та розподілену систему електронного реєстру. Точні копії зберігаються та одночасно оновлюються на кількох вузлах. Стає можливим ефективніше керувати доступом до транспортної інфраструктури та засобів пересування (від місця в літаку до місця в контейнеровозі), відповідним обміном даними та оплатою за надані послуги [3].

Список використаних джерел

1. Birtchnell, T. (2016) "The missing mobility: friction and freedom in the movement and digitization of cargo", Applied Mobilities, Vol. 1, pp. 85-101.
2. Gossling, S. (2018) "ICT and transport behavior: A conceptual review", International Journal of Sustainable Transportation, 12(3), pp. 153-164.
3. International Transport Forum (2018) Blockchain and Beyond: Encoding 21st Century Transport, Paris: OECD.

Рибальченко Л. І., к.т.н., доцент,
Назаренко О. С., студент (УкрДУЗТ)

УДК 656.223

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ

Для кожної країни міжнародні перевезення вантажів є надзвичайно важливими у процесі організації зовнішньоекономічної діяльності. Їх важливість обумовлена тим, що вони забезпечують товарами, які приходять як імпорт, виробниками яких є інші держави, та забезпечують експорт власних товарів, що має важливий вплив на формування та роботу економіки держави, а також забезпечення потреб споживачів, тобто населення або підприємств і т.п.

Для вирішення транспортувальних операцій, які є необхідними у сучасних умовах підприємства, існує декілька варіантів, таких як організація логістичного відділу або звернення за такими послугами до вже існуючих транспортних підприємств, які, за розробленими та налагодженими схемами і маршрутами, здійснюють транспортування вантажів, оформлюють та завіряють необхідну документацію, здійснюють організацію переходів та координацію через митні пости та прикордонні станції. Одними з таких, як вказано вище перевезень, є мультимодальні перевезення, які передбачають доставку вантажів «від дверей до дверей».

У зв'язку з тим, що міжнародні перевезення вантажів є складним логістичним процесом, до нього відносяться наступні, потребуючі вирішення питання: вибір видів транспорту, які будуть приймати участь у перевезенні, вибір маршруту, через які держави та станції, він буде прокладений, які додаткові послуги необхідні для виконання процесу перевезень і багато іншого.

Список використаних джерел

1. Рибальченко, Л.І. Визначення основних напрямів удосконалення експлуатаційної роботи залізниць / Л.І. Рибальченко, А.А. Котельнікова, Ю.В. Парфьонова, Г.М. Пономаренко // ScientificJournal «ScienceRise». – 2016. – Вип. №8/2(25). – С. 37-41.
2. Рибальченко, Л. І., Безверхня, А.Р. Актуальні питання та напрямки досліджень в удосконаленні управління в сфері вантажних перевезень // Тези доповідей II Міжнародної науково-технічної конференції ["Інтелектуальні транспортні технології"] (м. Харків, 27-29 квітня 2021р.) – Харків, 2021. – С.
3. Рибальченко, Л.І. Перевезення у міжнародному сполученні / Л.І. Рибальченко, М.В. Додільний // Тези доповідей III-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених, фахівців, аспірантів ["Проблеми енергоресурсозбереження в промисловому регіоні. Наука і практика"] (м. Маріуполь, 11-12 травня 2017р.) – Маріуполь, 2017. – С. 125.

Шандер О. Е., к.т.н., доцент,
Шуляк Р. В., Спринчак Т. В., Сверіпа О. В.,
магістранти (УкрДУЗТ)

УДК 656.211.5

УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПАСАЖИРСЬКИЇ ШВИДКІСНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УМОВАХ ІНТЕГРАЦІЇ ДО ЄС

В умовах інтеграції України до Європейського союзу (ЄС) та розроблення різних законопроектів про залізничний транспорт згідно з Європейськими директивами, Україна повинна виконати декілька фундаментальних змін для ринку залізничних пасажирських перевезень. Головним напрямком розвитку залізничного пасажирських перевезень в Україні є впровадження швидкісних перевезень з урахуванням коливання пасажиропотоків та формування ефективної мережі швидкісних перевезень. Тому важливим кроком є створення нової організаційно-правової моделі управління залізничним транспортом з урахуванням європейських стандартів. Вирішення поставлених завдань надасть ряд конкурентних переваг не лише для залізничного транспорту, а і всієї економіки країни за рахунок збільшення пасажиропотоків. Як показує європейський досвід пасажирських швидкісних перевезень, досягнення комерційного успіху полягає у забезпеченні безпечної та комфортної подорожі і своєчасного прибуття до місця призначення клієнтів.

Тому важливим є формування математичної моделі раціональних варіантів мережі швидкісних залізниць України з урахуванням топології швидкісних мереж за кордоном. Основним показникам при формуванні відповідної моделі повинен бути час слідування пасажирських поїздів між основними містами країни. Остаточний вибір мережі повинен визначатися на основі ефективного курсування поїздів між містами мегаполісами з урахування витрат на будівництво швидкісних ліній [1].

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

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.,
Ліфінцев А. С., магістрант
(УкрДУЗТ)

УДК 629.46

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ ВАГОНОПОТОКАМИ РІЗНИХ ФОРМ ВЛАСНОСТІ

Аналіз показників роботи залізничного транспорту виявив, що на сьогоднішній день існує великий дефіцит вагонного парку. З урахуванням умов військового стану кожний вантажовідправник зацікавлений в перевезенні вантажів власним рухомим складом. Тому важливим кроком для забезпечення конкурентоспроможності залізниць транспорту є доступ приватних операторських компаній до інфраструктури з їх власним вагонним парком. Найважливішим фактором розвитку конкурентного середовища на залізничному транспорті є становлення і розвиток системи компаній-операторів рухомого складу. За таких умов особливого значення набуває модернізація інфраструктури, так як темпи зростання приватного парку можуть істотно випередить розвиток інфраструктури.

При збільшенні операторських компаній та створенні конкурентних умов на залізничному транспорті повинні змінюватися умови планування вантажної роботи на всіх рівнях управління. Технологія організації вантажних перевезень при взаємодії залізниці з власниками залізничних вагонів на даний час є недосконалою і неадаптована до сучасних тенденцій розвитку економіки [1].

Виходячи з цього, з урахуванням всіх вимог, які були проаналізовані, потрібно сформувати оптимізаційну модель організації залізничних вантажних перевезень при функціонуванні операторських компаній різних форм власності за допомогою математичних методів на основі інтелектуалізації, за умови виконання запланованих обсягів перевезень вантажів на всій мережі залізниць України. Формування відповідної технології забезпечить: підвищення ефективності управління залізничним перевізним процесом; зменшення часу знаходження вагонів під вантажними операціями; зменшення пробігу порожніх вантажних вагонів; збільшення пропускної спроможності залізних ліній; формування конкурентного тарифу на перевезення залізничним транспортом; забезпечення доставки вантажів « точно в строк».

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.

Бабаєв М. М., д.т.н., професор,
Давиденко М. Г., к.т.н, доцент,
Панченко В. В., к.т.н, доцент (УкрДУЗТ)

УДК 621.316.1

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ У ЧАСТОТНО-КЕРОВАНОМУ АСИНХРОННОМУ ДВИГУНІ

До математичного моделювання трифазного дворівневого інвертора напруги можна застосувати декілька підходів. Перший з них полягає в роботі з системою диференціальних рівнянь для кола, утвореного живлячим джерелом постійної напруги, згладжуючим конденсатором і комплексом ключів. Подальші дії полягають в числовому розв’язуванні цієї системи рівнянь з урахуванням часової послідовності замикання та розмикання ключів інвертора. Такий підхід дозволяє при відомих параметрах елементів кола та напрузі живлячого джерела отримати часові залежності напруг і струмів в потрібних вітках кола. Однак він не забезпечує можливості безпосереднього спостереження спектрального складу цих електричних коливань, досить чутливих до відхилень параметрів елементів конструкції. Тому виглядає доцільним застосування другого підходу до моделювання, який полягає в описанні цього кола відповідною системою операторних рівнянь та отриманні операторних виразів для будь-якої напруги та будь-якого струму кола [1] при фіксованій комбінації замкнутих і розімкнутих станів ключів інвертора. Часові залежності електричних коливань на кожному такому відрізку часу отримуються шляхом відомого аналітичного переходу від перетворення Лапласа до спектру, а від останнього – через швидке перетворення Фур’є – до функції часу. Це дає можливість обчислити початкові умови, котрі слід вводити в операторні врази для струмів і напруг для описання електричних коливань при наступній комбінації станів ключів. Таким чином, спектри електричних коливань є природнім компонентом обчислювального процесу. Враховуючи чутливість параметрів гармонік струмів інвертора до відхилень параметрів елементів його кола від

розрахункових це надає операторному підходу до моделювання перевагу при діагностиці інвертора та підключеного до нього двигуна з частотним керуванням.

Список використаних джерел

1. Моделювання електричних перехідних процесів у частотно-керованому асинхронному двигуні / О. М. Ананьєва, М. М. Бабаєв, М. Г. Давиденко, В. В. Панченко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. 2022. - №2. С.23-33.

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

УДК 656.259/519.7

ШЛЯХ СКОРОЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ ОБЧИСЛЕНЬ ПРИ ОЦІНЮВАННІ ПАРАМЕТРІВ СИГНАЛІВ ТОНАЛЬНИХ РЕЙКОВИХ КІЛ

Тональні рейкові кола (ТРК) знаходяться під впливом завад кількох характерних типів: від суміжного ТРК, від тягового струму в рейках і від розташованих поблизу ліній електропередач, від тягового перетворювача локомотива, імпульсна завада, стаціонарна випадкова завада. Окрім останньої завади, всі інші завади на інтервалі спостереження можна апроксимувати структурно-детермінованими функціями часу [1], параметри яких на цьому інтервалі невідомі. Цю ситуацію можна розглядати як спостереження суми структурно-детермінованих коливань (сигнал плюс детерміновані завади) на фоні стаціонарного шуму. Для оцінювання параметрів сигналу в роботі [2] запропоноване сумісне оцінювання параметрів всіх структурно-детермінованих компонентів за критерієм мінімуму середнього квадрату похибки апроксимації спостереженої вхідної напруги приймального пристрою. Мінімізація такої цільової функції вимагає пошуку функції багатьох змінних. Цільова функція являє собою суму взятих із знаком “мінус” логарифмів відношення правдоподібності за групами параметрів сигналу та структурно-детермінованих завад (ізольованих логарифмів відношення правдоподібності – ІЛВП) плюс суму поправок, які враховують взаємнокореляційні зв’язки як сигналу і завад, так і завад між собою. Якщо виконати оцінювання параметрів структурно-детермінованих завад тільки на базі відповідних ним ІЛВП, то міжзавадові кореляції перетворяться на постійні числа, розраховані за визначеною сукупністю оцінок. Тобто ці кореляції виявляться незалежними від параметрів сигналу і тому будуть виключені з процесу мінімізації цільової функції. Це суттєво скорочує кількість обчислень, які має виконати процесор приймального пристрою. В роботі [3] розглянуте застосування такого підходу, яке враховує специфіку структур сигналу та завад ТРК.

Список використаних джерел

1. Математична модель суміші сигналу та багатокомпонентної завади на вході приймальних 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.
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.20-4.
3. Synthesis of a device for anti-jamming reception of signals of tonal rail circuits on the background of additive five-component interference/ S. Panchenko, O. Ananieva, M. Babaiev, M. Davidenko, V. Panchenko// Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2021. Vol.3, Issue 9(111). P.94-102.

СПИСОК АВТОРІВ

A-Z

Hordiienko D. A. 25, 26
Lazurenko B. 16
Nerubatskyi V. P. 25, 26
Osaulenko V. 28
Philipjeva M. V. 26
Serkov A. 16
Shapoval A. 28
Shapoval G. 28
Trubchaninova K. 16
Tsybina I. Yu. 28

А

Адаменко М. К. 55
Ананьєва О. М. 7
Антонова М. О. 60
Афанасов Г. М. 39
Афанасова О. Ф. 39

Б

Бабаєв М. М. 7, 63
Бантюков С. Є. 56
Бантюкова С. О. 56
Бізюк І. Г. 15
Бриксін В. О. 5
Бутенко В. М. 30, 31, 32

В

Веселовський А. В. 50

Г

Гаєвський В. В. 22, 46
Геворкян Е. С. 27
Герцій О. А. 53
Глазунов В. В. 31
Головко О. В. 30, 31, 32
Гордієнко Д. А. 27
Горжій Д. О. 29
Григорова Є. І. 19
Гриценко Н. В. 11
Грищенко О. А. 56

Д

Давиденко М. Г. 63, 64
Давидов І. В. 5
Дідусенко В. В. 52
Доброскок О. О. 40
Дрогалєв М.М. 2
Дудін О. А. 6
Дяченко В. О. 32

Є

Єлізаренко А. О. 7, 35
Єлізаренко І. О. 7

Ж

Жученко О. С. 21, 29

З

Зіненко О. В. 2
Зінченко О. Є. 64
Змій С. О. 6, 8
Золотарьова О. Ф. 51
Зуб С. В. 36

І

Індик С. В. 9

К

Каргін А. О. 57
Карпук В. Ю. 21
Кічатова Д. В. 8
Клименко Л. А. 48
Ковтун І. В. 17, 18, 38
Косіневський О. А. 18
Костенко К. К. 13
Кошевий С. В. 44
Кравченко М. А. 52
Крашенінін О. С. 18
Кривуля Г. Ф. 49
Кузьмінська Д. 34
Кустов В. Ф. 4

Л

Лагута В. В. ... 12, 13
Лазарєв О. В. ... 59
Лазарєва Н. М. ... 59
Лебедько І. О. ... 32
Ліфінцев А. С. ... 63
Ломотько Д. В. ... 39

М

Мазіашвілі А. Р. ... 9
Малахова О. А. ... 42, 43
Мірошник М. А. ... 48
Міщенко М. С. ... 38
Мойсеєнко В. І. ... 46
Музикін М. І. ... 33, 34

Н

Назаренко О. С. ... 62
Незус І. О. ... 9
Нерубацький В. П. ... 27
Нестеренко Г. І. ... 33, 34
Нізсковський С. Г. ... 51
Новіков О. В. ... 51
Нотченко Д. А. ... 10

П

Павлусенко К. О. ... 40
Панченко В. В. ... 16, 63
Перець К. Г. ... 9
Петренко Т. Г. ... 40
Піддубчак І. С. ... 42
Примаченко Г. О. ... 19
Приходько С. І. ... 36
Прохорченко А. В. ... 50, 51
Прохорченко Г. О. ... 51
Проценко С. С. ... 6

Р

Рац В. О. ... 33
Рєзвушкіна П. Є. ... 3
Рибальченко Л. І. ... 56, 60, 62

С

Самсонкін В. М. ... 15
Сверіпа О. В. ... 62
Седякін І. І. ... 48
Сенько М. В. ... 10
Ситнік Б. Т. ... 5
Сіконенко Г. М. ... 40, 41
Сілін Є. Л. ... 57
Сіренко Є. Р. ... 35
Сіроклин І. М. ... 6
Скоблова А. М. ... 6
Сокол Г. В. ... 36, 53, 55
Соколов А. К. ... 31
Сондей О. В. ... 51
Сотник В. О. ... 7
Спринчак Т. В. ... 62
Стратович В. М. ... 41
Стрелко О. Г. ... 33

Т

Тарасов К. О. ... 19
Терьошкін М. Ю. ... 53
Ткаченко Є. М. ... 2
Токарєв В. В. ... 49
Транько Т. Г. ... 52
Трубчанінова К. А. ... 2, 3, 10

Ф

Фенько В. В. ... 20

Х

Халіна Я. В. ... 42
Харламов П. О. ... 60
Харламова О. М. ... 60
Харченко Д. Р. ... 50

Ч

Черкаска Д. В. ... 43
Черкашин Є. А. ... 3

Ш

Шандер О. Е. ... 62, 63
Шапатіна О. О. ... 18
Шефер О. В. ... 20
Шмонін Є. О. ... 8
Штомпель М. А. ... 36, 38
Шуляк Р. В. ... 62

Щ

Щербак В. К. ... 49
Щербина Р. С. ... 34