



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ПІВНІЧНО-СХІДНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР
ТРАНСПОРТНОЇ АКАДЕМІЇ УКРАЇНИ**

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ
УКРАЇНСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

Випуск 158

ТОМ 1



Харків 2015

УДК 656.2

До збірника увійшли матеріали наукових досліджень вчених, спеціалістів та магістрів Українського державного університету залізничного транспорту, спеціалістів залізничного транспорту та промисловості, які присвячені вирішенню сучасних проблем з підвищення ефективності та удосконалення процесу перевезень вантажів, експлуатації та ремонту рухомого складу, інформаційної технології, зв'язку та телеуправління на залізничному транспорті і утримання споруд і колії залізниць України.

Збірник призначений для інженерно-технічних працівників залізничного транспорту та промисловості, науковців, аспірантів, магістрів та студентів.

З електронною версією збірника можна ознайомитися на сайті: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe.

Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus (Польща). Реєстрацією збірника можна ознайомитися на сайті <http://jml2012.indexcopernicus.com/+++++++,p944,3.html>

ISSN 1994-7852

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 21515-11415 ПР від 27.07.2015 р. Друкується за рішенням Вченої ради університету від 27 жовтня 2015 р., протокол № 7

Збірник включено до переліку № 1 наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук (Постанова президії ВАК України № 1-05/4 від 26 травня 2010 р.)

РЕДАКЦІЙНО-ВИДАВНИЧА РАДА:

д.т.н., професор С.В. Панченко – голова Ради
д.т.н., професор С. І. Приходько – заступник голови
к.т.н., професор А.О. Каграманян – заступник голови
к.т.н., доцент С. В. Михалків – заступник голови
д.т.н., професор А.Б. Бойнік
д.т.н., професор Т.В. Буцько
д.т.н., професор В.С. Блиндюк
д.т.н., професор А.П. Фалендиш

д.т.н., професор С.В. Лістровий
д.т.н., професор Д. В. Ломотько
д.т.н., професор В.І. Мойсеєнко
д.т.н., професор А.А. Плугін
д.т.н., професор Е.Д. Тартаковський
д.т.н., професор Л.А. Тимофєєва
д.т.н., професор Я.В. Щербак

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Експлуатація залізниць

д.т.н., професор Т.В. Буцько – головний редактор
д.т.н., професор Д.Г. Неволін УрДУШС (Росія)
д.т.н., професор В.Я. Негрей БелДУТ (Білорусь)
д.т.н., професор М.М. Бабаєв
д.т.н., професор А.Б. Бойнік
д.т.н., професор О.В. Лаврухін
д.т.н., професор О.Г. Шибаєв
д.т.н., професор В.Н. Бобровський
д.т.н., професор І.В. Жуковицький
д.т.н., професор Є.С. Альошинський

Телекомунікаційні системи та управління ними

д.т.н., професор С.І. Приходько – головний редактор
д.т.н., професор І.П. Книшев МДУШС (Росія)
д.т.н., професор В.С. Блиндюк
д.т.н., професор С.В. Панченко
д.т.н., професор Г.В. Альошин
д.т.н., професор М.М. Бабаєв
д.т.н., професор А.Б. Бойнік
д.т.н., професор С.В. Лістровий
д.т.н., професор В.І. Мойсеєнко
д.т.н., професор О.А. Серков (НТУ ХПІ)

Будівельні матеріали, конструкції та споруди

д.т.н., професор А.А. Плугін – головний редактор
д-інж., професор Х.-Б. Фішер (Веймарський будів.
університет, Німеччина)
д.т.н., професор В.С. Лесовик (Белгород. ДТУ ім.
В.Г. Шухова, Росія)
д.т.н., професор А.Д. Омаров (Гуманітар. університет
тр-та і права ім. Д.А. Кунаєва, Республіка Казахстан)

д.т.н., професор Д.А. Плугін
д.т.н., професор М.Ю. Ізбаш
д.т.н., професор Г.М. Шабанова
д.т.н., професор О.М. Даренський
д.т.н., професор Ю.О. Ландау
к.т.н., доцент Г.Л. Ватуля

За загальною редакцією к.т.н. А.О. Каграманяна

ISSN 1994-7852

Зареєстровано 2 червня 2007 р.
у ISSN International Centre 20. Rue
Vachautmont, 75002 PARIS, FRANCE

© Український державний університет
залізничного транспорту, 2015

ЗМІСТ

Експлуатація залізниць

<i>Запара Я.В., Кубай А.Ю., Герасимчук Ю.П.</i> Дослідження незбережених перевезень вантажів і розроблення пропозицій щодо підвищення якості охорони вантажів за рахунок використання сучасних технічних засобів	5
<i>Шаповал Г.В., Берестов І.В., Береза Н.О., Нестерцов М.В.</i> Аналіз ефективності роботи технічної станції	12
<i>Огар О.М., Ковалишин В.І., Кашенець О.О.</i> Удосконалення підходів до управління процесом скочування відчепів з гірки	18
<i>Прохорченко А.В., Джагалієва М.В.</i> Аналіз світових тенденцій розвитку ринку вантажних перевезень та існуючого стану залізничного транспорту України	23
<i>Лаврухін О.В., Мкртичян Д.І., Костєнніков О.М., Кануннікова С.П., Церковнюк Ю.В.</i> Аналіз і перспективи розвитку перевезень зернових вантажів залізничним транспортом України	31
<i>Лючков Д.С., Олешко Т.В.</i> Аналіз варіантів удосконалення технології обслуговування вантажних транзитних поїздів у міжнародному сполученні	36
<i>Калашнікова Т.Ю., Оніщук А.В.</i> Перспективи застосування сучасних типів ваг на сортувальній станції	41
<i>Ізмайлова І.В.</i> Аналіз методичних підходів до оцінки інноваційного потенціалу наукових організацій	46
<i>Позднякова Л.О., Білецька Д.О.</i> Методологічні засади системи управління персоналом організації	51
<i>Дейнека О.Г., Маковський М.С.</i> Проблеми реформування залізничного транспорту України	57
<i>Кукушкіна С.В.</i> Інноваційний потенціал локомотивного депо	62
<i>Дикань В.В., Тимофєєв Д.С.</i> Формування механізму управління економічною діяльністю вагонного господарства	67

Телекомунікаційні системи та управління ними

<i>Герасим О.П.</i> Дослідження шляхів удосконалення технології сортувального процесу на сортувальних гірках	72
<i>Бойнік А.Б., Севідов О.В., Сосєденко В.С.</i> Класифікація та безпека переїздів на залізницях України за період 2011-2014 рр.	79
<i>Кустов В.Ф., Москаленко О.В.</i> Дослідження методів визначення допустимих значень періоду діагностування мікропроцесорних систем автоматизації залізничного транспорту	90
<i>Блиндюк В.С.</i> До питання енергорационального ведення поїздів	96
<i>Трубчанінова К.А., Чоботок А.В.</i> Аналіз особливостей вимірювання частоти несучої фазо-модульованих сигналів	104
<i>Отченаш Ю.О.</i> Аналіз принципів побудови цифрових комутаційних полів	111
<i>Хісматулін В.Ш., Козар К.В.</i> Синтез оптимальної структури колійного приймача сигналів з амплітудною модуляцією	117

<i>Хісматулін В.Ш., Тихонюк В.В.</i> Дослідження методів підвищення надійності функціонування апаратури тональних рейкових кіл при зміні опору баласту	122
<i>Мороз В.П., Шовкопляс О.О., Бурлаченко А.Ю.</i> Порівняльна характеристика структур систем керування рухом поїздів на станції	127

Будівельні матеріали, конструкції та споруди

<i>Плугін А.А., Пшеничний Є.О., Касьянов В.В.</i> Пошкодження конструкцій і споруд залізничних вокзальних комплексів і пропозиції з їх запобігання	133
<i>Лобяк О.В., Ковальов М.О., Оганесян А.В.</i> Удосконалення методики розрахунку прогонових будов міських мостів при реконструкції з урахуванням конструктивно-технологічних факторів	146
<i>Лютій В.А., Онищенко С.І.</i> Розроблення захисту будівлі вокзалу станції Ков'яги Південної залізниці від електрокорозії	152
<i>Щраменко В.П., Кукота О.І.</i> Визначення розрахункових параметрів для процесу зварювання рейкових плітей методом їх натягування	158

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЗАЛІЗНИЦЬ

УДК 656.073

ДОСЛІДЖЕННЯ НЕЗБЕРЕЖЕНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ І РОЗРОБЛЕННЯ ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ОХОРОНИ ВАНТАЖІВ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ

Канд. техн. наук Я.В. Запара, магістранти А.Ю. Кубай, Ю.П. Герасимчук

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСОХРАННЫХ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ И РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ КАЧЕСТВА ОХРАНЫ ГРУЗОВ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Канд. техн. наук Я.В. Запара, магистранты А.Ю. Кубай, Ю.П. Герасимчук

STUDY NONCONSERVATION FREIGHT AND DEVELOP PROPOSALS TO IMPROVE THE QUALITY OF CARGO SECURITY THROUGH THE USE OF MODERN TECHNICAL MEANS

Candidate of techn. sciences Y. Zapara, master student A. Kubay, Y. Gerasimchuk

Проведено дослідження стану незбережених перевезень залізницями України. Встановлено необхідність підвищення якості охорони вантажів та елементів інфраструктури за рахунок сучасних технічних засобів, які можуть покращити і спростити роботу працівників воєнізованої охорони, а також підвищити якість перевезення в цілому.

***Ключові слова:** незбережені перевезення, розкрадання, охорона вантажу, огороження, сучасні технічні засоби, дрони, RFID-мітки.*

Проведено исследование состояния несохранных перевозок железными дорогами Украины. Установлена необходимость повышения качества охраны грузов и объектов инфраструктуры за счет современных технических средств, которые могут улучшить и упростить работу работников военизированной охраны, а также повысить качество перевозки в целом.

***Ключевые слова:** несохранность перевозок, хищения, охрана груза, ограждения, современные технические средства, дроны, RFID-метки.*

A study of the state of non safety of transport by railways of Ukraine. The necessity to improve the quality of cargo security and infrastructure by modern technical means that could improve and simplify the work of paramilitary security personnel, as well as improve the quality of transport in general.

***Keywords:** failure to store traffic, theft, cargo protection, fencing, modern technical equipment, drones, RFID-tags.*

Вступ. Залізничний транспорт забезпечує більше 70 % загального обсягу вантажообігу, а отже, посідає головне місце в транспортній системі України. Проте залізнична галузь в останні декілька років демонструє негативну динаміку розвитку, обсяги перевезень стрімко падають. У 2013 році порівняно з 2012 роком обсяг вантажних перевезень залізничним транспортом зменшився на 3 % і становив 442 млн т вантажів. При цьому за 2013 рік

транзитні перевезення скоротилися на 19 %, перевезення у внутрішньому сполученні – на 4 %, імпорт вантажів – на 3 %, збільшено лише обсяг перевезень експортних вантажів на 2 %. У 2014 році ця тенденція продовжується і за 2014 рік, без урахування території Автономної Республіки Крим і міста Севастополя, падіння обсягів перевезень вантажів становить 8 % порівняно з 2013 роком. У структурі вантажних залізничних перевезень понад 60 % припадає на

масові вантажі, які транспортуються великими партіями на значні відстані: вугілля (23 %), руда (17 %), будматеріали (12 %), кокс (3 %), зерно (5 %) та інші. У 2014 році скорочення залізничних перевезень значною мірою обумовлено бойовими діями на Сході країни. Через руйнування залізничної інфраструктури залишається відсутнім рух поїздів на основних напрямках Донецької залізниці, паралізовано роботу залізничних вузлів Дебальцеве та Микитівка, немає можливості відправляти вантажні вагони більш ніж з 50-ти основних вантажних станцій. Як наслідок, середнє щоденне навантаження залізниць зменшилося на 26 % у вересні 2014 році порівняно з вереснем 2013 року. У результаті зменшення обсягів вантажних перевезень спостерігається зниження доходів, оскільки майже 90 % усіх доходів залізниця отримує саме від транспортування вантажів. Значною мірою на доходах позначилось падіння транзитних перевезень, рентабельність яких у 2-2,5 рази вища порівняно з внутрішніми перевезеннями [1].

Збереження вантажів при перевезенні є завданням комплексним і досить складним. Зростання його важливості сьогодні пов'язується з тим, що показник схоронності вантажів належить до основних складових загальної оцінки конкурентоспроможності того чи іншого виду транспорту. Для залізничного транспорту характерна наявність ряду специфічних факторів, які сприяють вчиненню розкрадань на об'єктах транспорту. За підсумками 2014 року сумарний збиток по Укрзалізниці від незбережених перевезень вантажів склав 18 млн 209 тис. грн проти 4 млн 214 тис. грн у 2013 році, тобто збільшився на 13 млн 995 тис. грн. У тому числі за розкрадання вантажів сплачено 2 млн 128 тис. грн (12% загального збитку за 2014 рік) проти 1 млн 766 тис. грн за підсумками 2013 року (42% загального збитку за 2013 рік). Таким чином, порівняно з 2013 роком збиток від розкрадань на залізницях збільшився на 362 тис. грн.

Зростання загрози здійснення терористичних актів, підвищення ризиків крадіжок і контрабанди – все це вимагає модернізації використовуваних технічних засобів з метою зниження обсягів розкрадань і підвищення якості технології охорони вантажів та елементів інфраструктури залізниць.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. У рамках реалізації Державної цільової програми реформування залізничного транспорту на 2010-2019 роки і Транспортної стратегії України до 2020 року Укрзалізницею проведена значна робота щодо підвищення схоронності вантажів при перевезенні: на основних напрямках залізничного руху виконано масштабні роботи з реконструкції, капітального та інших видів ремонту залізничної інфраструктури. У 2013 році Укрзалізницею придбано 723 вантажних піввагони, а впродовж 2014-2015 років залізничний парк поповнився значною кількістю новими вантажними вагонами українського виробництва. Все вищезазначене свідчить про те, що питання підвищення якості технології охорони вантажів та елементів інфраструктури за рахунок сучасних технічних засобів є досить актуальним, що повною мірою відповідає вимогам наказу Міністерства внутрішніх справ України і Міністерства транспорту та зв'язку України (теперішнє Міністерство інфраструктури України) за №404/624 про підвищення ефективності боротьби з розкраданнями вантажів на залізничному транспорті. Проведені дослідження в області незбережених перевезень також підтверджують необхідність розроблення пропозицій щодо підвищення рівня схоронності вантажів і майна залізниць за рахунок впровадження нових ефективних технічних рішень, спрямованих на запобігання їх розкрадань.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання щодо забезпечення схоронності вантажів у парках станцій і при їх транспортуванні, а також елементів залізничної інфраструктури ніколи не залишались осторонь уваги науковців різних країн світу. Однак збільшення випадків неправомірних втручань у функціонування залізничного транспорту з подальшими негативними наслідками зумовлює до використання комплексу більш ефективних заходів, спрямованих на уникнення крадіжок вантажів та об'єктів залізниць, їх пошкодження. На сьогодні країнами Європи та СНД успішно застосовуються сучасні технічні засоби, завдяки яким попередження випадків несанкціонованих вторгнень у роботу залізниць і реагування в разі виникнення факту втручання

є своєчасними. Для запобігання крадіжок на залізницях країн Європи ефективно використовується відеонагляд у поєднанні з загородженням парків станцій, складів і перегонів. Забезпечення схоронності номенклатурних вантажів на вантажних дворах, контейнерних майданчиках, інших об'єктах ВАТ «РЖД» здійснює за рахунок контрольно-пропускних пунктів і загородження висотою не менше двох метрів [2]. Також збереження майна Російської залізниці та вантажів у парках залізничних станцій здійснюється за рахунок огороження [3]. ПКП «Карго» взагалі вдалося до нестандартного рішення у протидії зі злочинністю. Польські колеги, починаючи з 2014 року, використовують найновітніші сучасні технології – безпілотні літальні апарати (дрони) [4].

Дослідженням у сфері забезпечення збереженості перевезень займалися такі відомі вчені, як Данько М.І., Запара В.М., Кірпа Г.М., Котенко А.М., Ломотько Д.В., Мироненко В.К., Смехов А.О. та багато інших [5, 6, 7]. Останніми роками є відповідні напрацювання Запари Я.В., Кузнецова М.М., Обухової А.Л. та інших молодих вчених [8, 9].

Визначення мети та задачі дослідження. Метою роботи є проведення досліджень незбереження перевезень і розроблення пропозицій щодо підвищення якості технології охорони вантажів при перевезенні та в парках станцій на основі використання сучасних технічних засобів. Завдання дослідження полягають у проведенні аналізу схоронності вантажів і майна залізниць України, що дозволить запропонувати використання певних технічних засобів з метою підсилення заходів, спрямованих на усунення недоліків у технології та організації роботи залізниць, що у свою чергу створили передумови для розкрадання вантажів.

Основна частина дослідження. Вчасна та в повному обсязі доставка вантажу до пункту призначення – це основний обов'язок залізниці, що покладається на неї відповідно до умов договору перевезення. Наявність таких специфічних факторів, як цілодобовий цикл роботи, висока динаміка руху составів, дальність пересування вантажів, вільний доступ до об'єктів переробки вантажів і товарно-матеріальних цінностей, обумовлюють підвищений рівень злочинних посягань і

сприяють здійсненню розкрадань на об'єктах транспорту. Негативним наслідком несанкціонованих втручань у сферу діяльності залізниць є збиток від незбереження перевезень вантажів. Загальний збиток від незбереження перевезень включає в себе суму збитків по всіх основних видах несхоронності вантажів: розкрадання, втрата, псування та пошкодження вантажу.

Сумарний збиток від незбереження перевезень вантажів за весь період 2011-2014 років по Укрзалізниці становить 30 млн 752 тис. грн. У тому числі максимальний збиток Одеської залізниці – 16 млн 767 тис. грн (55% сумарного збитку за 2011-2014 роки) і мінімальний збиток Південно-Західної залізниці 695 тис. грн (2 % сумарного збитку за 2011-2014 роки).

Для встановлення чіткої динаміки зростання обсягу збитків побудовано гістограму відповідності розподілу розмірів збитків від незбережених перевезень по залізницях України за період 2011-2014 років (рис. 1).

Основними обставинами, що зумовлюють збитки від розкрадань, є:

- незабезпечення воєнізованою охороною збереженості номенклатурних вантажів;
- незабезпечення збереженості вантажів під час тривалого перебування вагонів у парках станцій під накопиченням або в очікуванні відправлення;
- непередбачені графіком стоянки вагонів і повільний їх рух;
- тривале перебування вантажу на території бойових дій.

Збиток від розкрадань вантажів за підсумками 2014 року становить 2 млн 128 тис. грн (12% загального збитку за 2014 рік), що на 362 тис. грн більше проти 2013 року (42% загального збитку за 2013 рік). Максимальне значення збитку з цієї причини спостерігається у 2011 році – 2 млн 149 тис. грн (71% загального збитку за 2011 рік), що становить на 430 тис. грн більше проти збитку у 2012 році (33 % загального збитку за 2012 рік). Підстав для висновку про докорінне покращення ситуації зі збереженістю вантажів немає.

Експлуатація залізниць

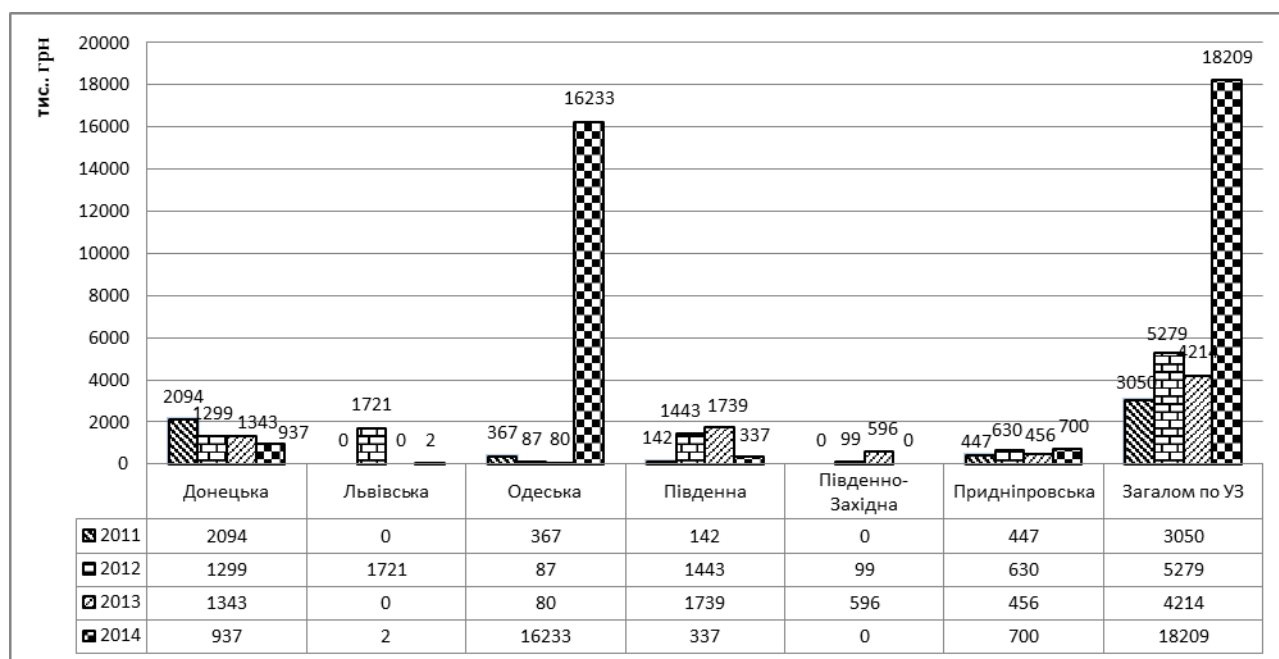


Рис. 1. Гістограма відповідності розподілу розмірів збитків від небережених перевезень по залізницях України за період 2011-2014 років

Для деякої номенклатури вантажів наявність відсотка втрат є показником постійним, однак його можна намагатися зменшувати, враховуючи характер основних причин, що його обумовлюють. Наприклад, головними факторами, що впливають на втрату сипких вантажів при транспортуванні, є швидкість руху поїзда, вологість, конструкція вагона, його технічний стан, дальність перевезення, спосіб завантаження – ступінь ущільнення, висота над рівнем бортів та інше. Останнім часом, за систематичним надходженням інформації від залізниць України про незадовільну якість ремонту вагонів, почастишали випадки втрати вантажів через конструктивні зазори вагонів, що подаються під навантаження практично відразу після проходження поточного ремонту.

Причинами небереження штучних вантажів у критих вагонах можуть бути як механічні пошкодження (проколи, проломи, потертості) у результаті зсуву, розвалу і зміщення вантажу, так і приймання вантажу до перевезення в неякісній і нестандартній тарі, що призводить до неправильного укладання вантажу у вагони.

Аналізуючи збитки від небережених перевезень з причини технічної несправності

вагонів, можна зробити висновок, що спостерігається покращення ситуації, оскільки обсяг збитків зменшився до 229 тис. грн (1 % загального збитку за 2014 рік).

Значну частину збитків зазначених років складають суми, сплачені за небереження вантажів внаслідок транспортних подій. У цілому по Укрзалізниці з цієї причини у 2014 році сплачено максимальний збиток у сумі 15 млн 741 тис. грн (86% загального збитку за 2014 рік), з якої 12 млн 943 тис. грн (71% загального збитку за 2014 рік) відшкодовано за рахунок Одеської залізниці через втрату сирової нафти внаслідок сходу вагонів 22.08.2014 року на перегоні Корсунь – Городище.

Проведене дослідження показало стрімке зростання збитків з причини форс-мажорних обставин, що в цілому негативно впливає на всю економіку України.

Побудовано гістограму відповідності розподілу розмірів збитків за видами причин виникнення небережених перевезень (рис. 2) і гістограму відповідності розподілу збитків за видами вантажів при небереженні перевезень залізницями України за період 2011-2014 років (рис. 3).

Експлуатація залізниць

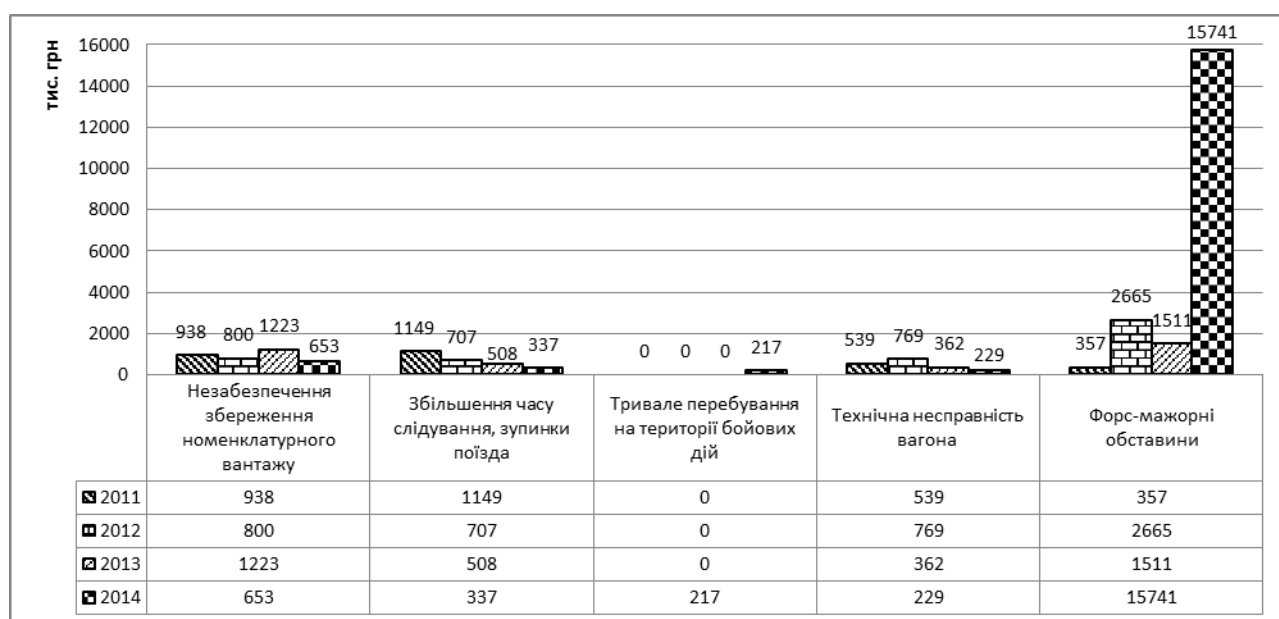


Рис. 2. Гістограма відповідності розподілу розмірів збитків за видами причин виникнення незбережених перевезень за період 2011 – 2014 років

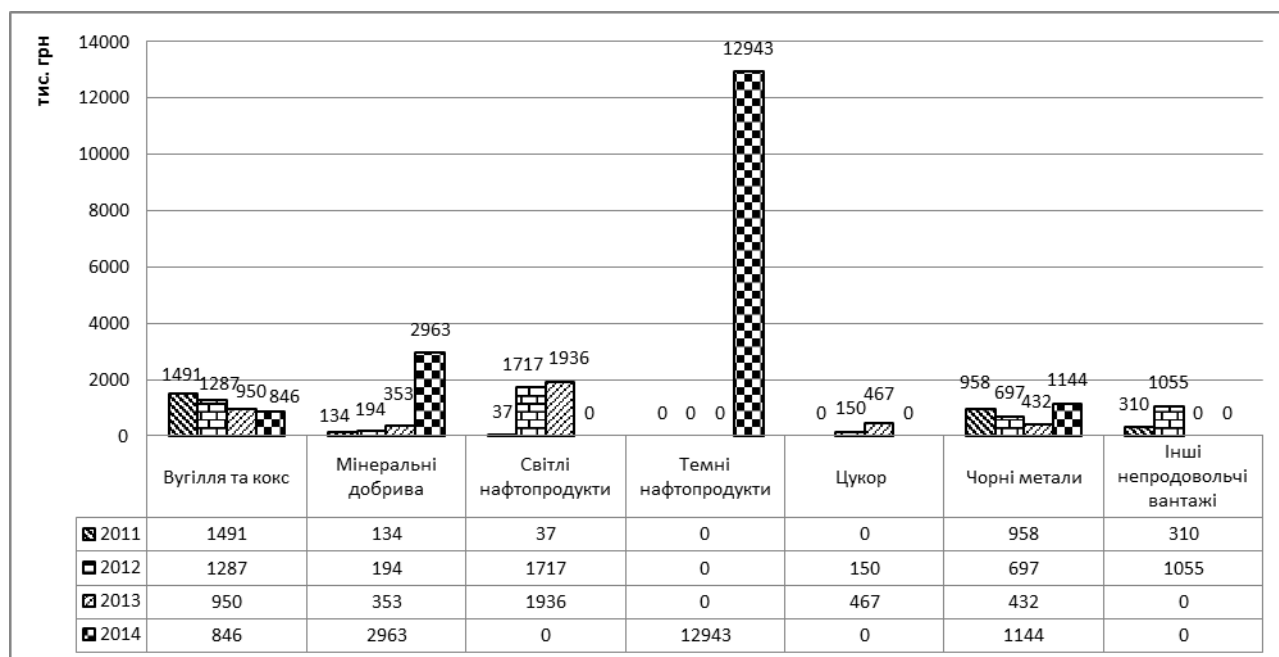


Рис. 3. Гістограма відповідності розподілу розмірів збитків за видами вантажів при незбережених перевезеннях за період 2011 – 2014 років

Відповідно до сумарного збитку від незбережених перевезень за всі прийняті до уваги роки Укрзалізниця можна зробити висновок, що максимальним є збиток у сумі 20 млн 274 тис. грн заподіяний з причини подій

та інцидентів (66% сумарного збитку за 2011-2014 роки), а мінімального в кількості 1 млн 899 тис. грн (6% сумарного збитку за 2011-2014 роки) зазнано через технічну несправність вагонів.

Експлуатація залізниць

За узагальненими звітними даними за 2011-2014 роки, найбільшим є збиток від незбереженості темних нафтопродуктів у 2014 році на суму 12 млн 943 тис. грн (71% загального збитку за 2014 рік і 42% сумарного збитку за 2011-2014 роки), що зумовлено вищезазначеним сходом вагонів на перегоні Корсунь – Городище Одеської залізниці через технічну несправність власного порожнього вагона. Також внаслідок транспортних подій відбулись втрата, псування та пошкодження

світлих нафтопродуктів – 3 млн 193 тис. грн, мінеральних добрив – 2 млн 723 тис. грн, вугілля та коксу – 53 тис. грн. Спостерігається тенденція зменшення втрати вугілля та коксу, що напряму пов'язано зі значним зменшенням обсягів збитків через виникнення технічної несправності вагона.

Побудовано гістограму відповідності розподілів збитків між основними господарствами Укрзалізниці за період 2011-2014 років (рис. 4).

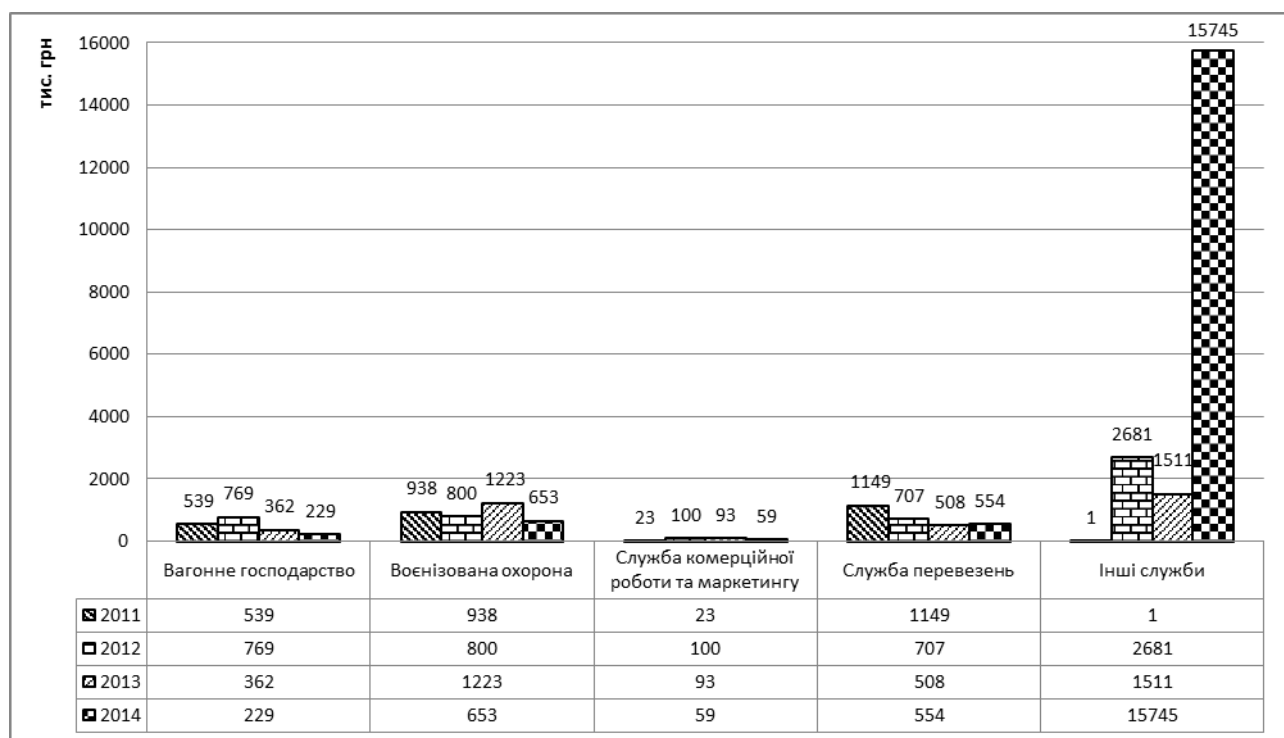


Рис. 4. Гістограма відповідності розподілів збитків між основними господарствами Укрзалізниці за період 2011-2014 років

На основі побудованої гістограми щодо відповідності розподілів збитків між основними господарствами Укрзалізниці можна зробити висновок, що за період 2011-2014 років службою комерційної роботи і маркетингу сплачено найменший збиток у сумі 275 тис. грн (0,89% сумарного збитку за 2011-2014 роки). На інші служби, до остаточного з'ясування винних сторін віднесено 19 млн 938 тис. грн (65% сумарного збитку за 2011-2014 роки). Аналізуючи суми, віднесені на воєнізовану охорону за несхоронність номенклатурних вантажів, можна сказати, що хоча збиток у 2014 році найменший і становить

653 тис. грн, але він є постійним, що свідчить про стабільність злочинності.

Проведене вище дослідження на основі аналізу незбережених перевезень за період 2011-2014 років підтверджує в повному обсязі необхідність розроблення пропозицій щодо підвищення якості технології охорони вантажів за рахунок використання ефективних технічних засобів з метою попередження та ліквідації крадіжок.

Обґрунтованими та ефективними є такі сучасні технічні засоби:

- зчитуючі пристрої RFID-системи, що надають змогу отримання інформації з RFID-

міток, що додаються до конструкції ЗПП, при їх неправомірному знятті [10];

- запірно-пломбувальні пристрої з GPS-навігацією, що надають змогу простеження місцезнаходження рухомого складу на шляху прямування та передачі даних з датчика на розрив;

- GPS-навігація вагонів, що надає змогу відстеження знаходження вагонів у режимі «on-line» та виключення їх несанкціонованого переміщення в межах станції;

- відеоспостереження з механізмом повороту на 180° (360°) у вантажних районах, сортувальних і приймально-відправних парках станцій, що надає змогу на проведення цілодобового контролю;

- власний парк критих вагонів, який оснащено всім необхідним для проїзду працівників ВОХР, що надає змогу в будь-який момент його постановки до состава поїзда;

- огороження території складів, вантажних районів, парків або станцій у цілому;

- безпілотні літальні апарати (дрони), що надають змогу моніторингу ситуації з повітря, незалежно від атмосферних умов.

Щоб ефективно протидіяти криміногенній ситуації, потрібно брати на озброєння нові технології, яскравим прикладом яких є безпілотники (дрони). Завдяки апарату в режимі «on-line» інформація передається на спеціальний екран, що сприяє цілодобовому контролю за процесом перевезення. Дрони обладнано різними камерами, завдяки чому спостереження не залежить від часу та атмосферних умов. Аби збагнути, наскільки вони будуть ефективними для нас, необхідно

враховувати собівартість, навчання персоналу та збитки від крадіжок. На прикладі Львівської залізниці можна сказати, що обсяг збитків від розкрадання вантажів при транспортуванні в період 2011-2014 років відсутній. Щодо інших злочинів, то на облік у 2014 році взято 193 крадіжки на загальну суму 594 тис. грн, з яких 143 розкрито зі збитком на суму 360 тис. грн. Це переважно крадіжки верхньої будови колії та розукомплектування приладів зв'язку і СЦБ. «Географія» цих злочинів дуже широка, але є окремі дільниці, де люди періодично порушують норми закону: Рівне - Решуцьк, Ужгород - Доманинці, Ужгород - Струмківка, Сарни - Немовичі, Озеряни - Мізоч, де періодичне патрулювання за допомогою безпілотних літальних апаратів посприяло б розкриттю і попередженню таких злочинів [4].

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Проведене дослідження обсягів збитків від незбереження перевезень за останні чотири роки на залізницях України підтверджує необхідність підвищення якості охорони вантажів та елементів інфраструктури за рахунок сучасних технічних засобів. Запропоновані технічні заходи можуть бути запроваджені для покращення рівня схоронності вантажів і майна залізниць України проти їх розкрадань і пошкоджень у парках станцій і при транспортуванні, для покращення та спрощення роботи працівників воєнізованої охорони, а також підвищення якості перевезення в цілому.

Список використаних джерел

1. Удосконалення механізмів реформування та розвитку залізничного транспорту в контексті реалізації структурних реформ в галузі. Аналітична записка [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.niss.gov.ua/articles/1662/>. – Загол. з екрана.

2. Положение о порядке охраны объектов на федеральном железнодорожном транспорте [Электронный ресурс]: утв. Министерством путей сообщения Российской Федерации №ЦУО-859 от 6.10.2001 г. – Режим доступа: http://www.businesspravo.ru/Docum/DocumShow_DocumID_32601.html.

3. Ограждения вдоль железнодорожного полотна установили на двух станциях в Удмуртии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://izvestiaur.ru/news/view/6422501.html>. – Загол. с екрана.

4. Атака дронів, або Безпілотні сторожі. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.magistral-uz.com.ua/articles/ataka-droniv-abo-bezpilotni-storozhi.html> – Загол. з екрана.

5. Кузнецов, М.М. Забезпечення безпеки руху і схоронності вантажів на залізницях [Текст] / М.М. Кузнецов // Залізничний транспорт України. – 2005. – №3/1. – С. 19.

6. Ломотько, Д.В. Підвищення рівня схоронності вантажів, що перевозять по залізницях України [Текст] / Д.В. Ломотько, М.М. Кузнецов, О.М. Пилипейко // Наука в транспортном измерении. – К.: ДНДЦ УЗ, 2006. – С. 67.

7. Смехов, А.А. Грузоведение, сохранность и крепление грузов [Текст] / А.А. Смехов, А.Д. Малов, А.М. Островский [и др.]; под. ред. А.А. Смехова. – М.: Транспорт, 1987. – 239 с.

8. Запара, Я.В. Обґрунтування пропозицій щодо забезпечення якісної технології охорони вантажів [Текст] / Я.В. Запара, В.М. Запара, А.Л. Обухова // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2014. – Вип. 3. – С.5-9.

9. Запара, Я.В. Стан та перспективи забезпечення збереження вантажів залізницями України [Текст] / Я.В. Запара, В.М. Запара // Сб. науч. трудов SWorld. – Иваново: МАРКОВА АД, 2014. – № 3(36). – Т. 1. – С. 60-64.

10. RFID-мітка для залізничного вагона [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.vostok.dp.ua/ukr/info/infa1/rfid/rfidgd/> – Загол. з екрана.

Рецензент д-р техн. наук, професор Є.С. Альошинський

Запара Ярослав Вікторович, канд. техн. наук, доцент кафедри управління вантажною і комерційною роботою, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-85. E-mail: y.zapara@gmail.com.

Кубай Анна Юріївна, магістрант кафедри управління вантажною і комерційною роботою Українського державного університету залізничного транспорту. E-mail: anytakubay@gmail.com.

Герасимчук Юлія Петрівна, магістрант кафедри управління вантажною і комерційною роботою Українського державного університету залізничного транспорту. E-mail: y.zapara@gmail.com.

Zapara Yaroslav, Ph.D., lecturer of management of freight and commercial work, Ukrainian State University of Railway Transport, tel.: (057) 730-10-85. E-mail: y.zapara@gmail.com

Kubay Anna, master student of the management of trucks and commercial work Ukrainian State University of Railway Transport. E-mail: anytakubay@gmail.com

Gerasimchuk Y, master student of the management of trucks and commercial work Ukrainian State University of Railway Transport. E-mail: y.zapara@gmail.com

Наукова праця здана до друку 27.08.2015 р.

УДК 656.212

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ТЕХНІЧНОЇ СТАНЦІЇ

Кандидати техн. наук Г.В. Шаповал, І.В. Берестов, магістранти Н.О. Береза, М.В. Нестерцов

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ

Кандидаты техн. наук А.В. Шаповал, И.В. Берестов, магистранты Н.О. Береза, М.В. Нестерцов

PERFORMANCE ANALYSIS OF SERVICE STATION

Candidates of technical sciences A.V. Shapoval, I.V. Berestov, masters student N.O. Bereza, M.V. Nesterov

У роботі проведено аналіз існуючих досліджень, присвячених питанню підвищення ефективності роботи технічних станцій, які додатково виконують функції прикордонних передавальних. Основні проблеми, які існують на сьогодні в роботі таких станцій, пов'язані з затримками вагонів, що прямують у міждержавному сполученні. Проаналізовано показники роботи технічної прикордонної станції з обробки експортно-імпортного вагонопотоку. Аналіз показав наявність значної кількості затримок вагонів через неякісне оформлення перевізних документів,

недосконалість взаємодії пунктів передач експортно-імпортного вагонопотоку. Це потребує подальшого удосконалення інформаційної підсистеми функціонування технічних станцій і суміжних державних організацій.

Ключові слова: технічна станція, прикордонна передавальна станція, експортно-імпортний вагонопотік, затримки вагонів, тривалість затримок, щільність розподілу.

В работе проведен анализ существующих исследований, посвященных вопросу повышения эффективности работы технических станций, которые дополнительно выполняют функции пограничных передаточных. Основные проблемы, которые существуют в настоящее время в работе таких станций, связаны с задержками вагонов, следующих в межгосударственном сообщении. Проанализированы показатели работы технической пограничной станции по обработке экспортно-импортного вагонопотока. Анализ показал наличие значительного числа задержек вагонов из-за некачественного оформления перевозочных документов, несовершенства взаимодействия пунктов передач экспортно-импортного вагонопотоку. Это требует дальнейшего совершенствования информационной подсистемы функционирования технических станций и смежных государственных организаций.

Ключевые слова: техническая станция, пограничная передаточная станция, экспортно-импортный вагонопоток, задержки вагонов, продолжительность задержек, плотность распределения.

In activity the analysis of the existing researches devoted to a question of raise of overall performance of technical stations which extra execute functions of the boundary transmitting is carried out. International shipping terms by rail significantly differ from condition of carriages of freights in regional traffic.

The main problems which exist now in activity of such stations, are linked to delays of the coaches following in the interstate message. It is analyzed parameters of activity of technical station which is disposed on a joint of a track of 1520 mms and 1435 mms.

The analysis showed availability of significant figure of delays of coaches because of poor-quality registration of carriage documents, imperfections of interaction of points of transfers export-import to a traffic volume. This absence of the customs declaration, absence of the permission of veterinary service, commercial marriage, absence of a calendar stamp and others.

It demands the further enhancement of an informational inter-system of functioning of technical stations and adjacent state organisations.

Keywords: technical station; boundary transmitting station, an export-import traffic volume, delays of coaches, duration of delays, density function.

Вступ. Особливості функціонування залізничного транспорту України вимагають прискорення інтеграції вітчизняної транспортної системи до міжнародних транспортних систем з урахуванням прискорення доставки вантажів від вантажовідправника до вантажоодержувача [1]. Це потребує удосконалення технічних засобів транспорту, що нерозривно пов'язано з постановкою та вирішенням проблем підвищення ефективності використання вагонного парку та удосконалення керування вагонопотоками. Вирішення цих наукових завдань відповідає Державній програмі реформування залізничного транспорту на 2010-2019 роки [2].

Постановка проблеми. Із збільшенням в останні роки обсягу вагонопотоків у

міждержавному сполученні та переведенням частини технічних станцій до прикордонних передавальних питань ефективності їх роботи, а також взаємної ув'язки потужностей, раціональної конструкції та технології роботи їх пристроїв набувають першочергового значення.

Аналіз попередніх досліджень. Умови міжнародних перевезень залізничним транспортом суттєво відрізняються від умов перевезень вантажів у внутрішньому сполученні. Вони являють собою складний процес, учасниками якого є вантажовідправники та вантажоотримувачі, експедитори, митні та прикордонні органи, залізничні адміністрації різних країн, оператори вагонного парку, сухі порти. При цьому окремі учасники перевізного процесу

мають власні, часто суперечливі, цілі. У зв'язку з цим у роботах [3, 4] систему міжнародних залізничних перевезень запропоновано розглядати як багатофазну, багатоканальну, стохастичну, динамічну, складну систему масового обслуговування.

Більшість проблем взаємодії технічних прикордонних станцій виникають через недосконалість інформаційного забезпечення. Помилки, що з'являються при документальному оформленні вантажів, у тому числі й в електронному вигляді, призводять до суттєвих затримок вагонів. Безперебійна робота станцій залежить від ефективної взаємодії підсистем з обробки поїзної інформації та перевізних документів [5].

Технологія передачі вагонопотоків між суміжними країнами, яка застосовується в наш час, є недосконалою та не відповідає сучасним потребам якості й швидкості транспортування вантажів. Система функціонування транспортного комплексу, що здійснює передачу вагонів разом з інформаційним потоком за кордон, являє собою множину підсистем, що виконують технологічну обробку вагонопотоків, передачу поїзної інформації, оформлення та обробку документів, слідкують за технічним станом вагонів і мають функціональний зв'язок між собою. Основним елементом, як усієї системи, так і кожної з підсистем, є вагон разом з пакетом документів на нього та інформацією [6].

Основними причинами затримки вагонів на станціях є відсутнє митне оформлення, вантажна митна декларація, рахунок-фактура; невідповідність даних у накладній ТТН та ВМД; взяття проб митницею; відсутній дозвіл ветеринарних служб; затримки карантинною службою; відсутня інформація в центральній базі даних; затримки фітосанітарною службою; неправильно оформлені документи; відсутній календарний штампель; комерційний брак; конвенційна заборона; навантаження понад вантажопідйомність; недостатність документів для митного оформлення; відсутність дозволу фітосанітарних служб для переважування [7].

При обробці затриманих вагонів виникає додаткова маневрова робота, пов'язана з їх відчепленням від складу поїзда та подачею на колії очікування. Наявність значної кількості вагонів, що затримуються на станції, призводить до значних обсягів додаткової маневрової роботи і витрат на її виконання [8].

У роботі [9] розглянуто питання підвищення ефективності функціонування технічних прикордонних станцій залізниць України за рахунок раціоналізації їх технології роботи і технічного оснащення. Доведено, що варіант організації роботи таких станцій в умовах максимальної паралельності операцій має вигоду з економічної точки зору, хоч і потребує додаткових капітальних витрат.

Для підвищення ефективності функціонування технічних прикордонних станцій запропоновано комплекс моделей [10], який дозволяє визначати раціональну технологію функціонування станції в умовах різної ширини колії на основі мереж Петрі за критерієм часу на обробку вагонів і мінімуму загальних витрат на обробку вантажів з урахуванням тривалості та послідовності виконання основних операцій.

Визначення мети та задачі дослідження. Технічні станції на кордоні з країнами СНД мають ряд проблем технічного і технологічного характеру: відсутність достатніх технічних засобів і оснащення, призначеного для виконання митних операцій, і, як наслідок, труднощі з переходом до нової технології роботи станцій. Тому необхідно продовжувати пошук нових шляхів удосконалення технології роботи технічних станцій, що здійснюють обробку міжнародних транзитних та експортно-імпортних вантажопотоків.

Основна частина дослідження. Технічна станція К за основним призначенням і характером роботи є вузловою сортувальною, а за обсягом роботи, що виконується, – позакласною. Станція розташована на стику колії 1520 та 1435 мм та виконує функції прикордонної передавальної.

Було проаналізовано експортно-імпорні обсяги роботи станції (табл. 1).

За розглянутий період спостерігається збільшення кількості експортних поїздів на 4,97 %, а імпортних поїздів – на 11,63 %. При цьому порівняно з 2014 роком кількість вагонів, що прямують на експорт, зменшилась на 27,82 %, а вагонів, що прибувають з імпортом, зменшилась на 14,34 %. Така тенденція свідчить про зменшення кількості вагонів у складі як експортних, так і імпортних поїздів, що прибувають на станцію К, і пов'язана зі зменшенням часу на накопичення відповідних поїздів на попередніх станціях формування.

Динаміка зміни обсягу експортно-імпортного поїздопоток

Місяць	Експорт				Імпорт			
	Відправлено поїздів		Всього вагонів		Прийнято поїздів		Всього вагонів	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015
Січень	24	30	680	678	23	29	558	703
Лютий	20	26	618	540	28	28	567	601
Березень	25	27	842	405	20	27	559	588
Квітень	23	29	398	357	23	30	756	844
Травень	25	29	601	474	23	29	635	543
Червень	31	22	731	372	32	23	1103	462
Липень	33	27	785	534	33	26	900	609
Всього	181	190	4655	3360	172	192	5078	4350

Аналіз основних показників роботи технічної станції наведено в табл. 2. За розглянутий період 2014 та 2015 років спостерігається стійка тенденція до зменшення кількості відправлених вагонів, у тому числі з переробкою. Але при цьому дещо

збільшилася кількість транзитних вагонів без переробки, що проходять через станцію. Простій транзитних вагонів з переробкою за розглянутий період 2015 року порівняно з 2014 роком зменшився, а простій транзитних вагонів без переробки, навпаки, збільшився.

Таблиця 2

Основні показники роботи станції за 2014-2015 роки

Показник	Рік	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень
Відправлення вагонів за місяць, ваг	2014	27961	27757	34517	34652	33527	28219
	2015	29123	23884	23951	25088	26186	26915
Простій транзитного вагона з переробкою, год	2014	14,59	15,3	17,9	14,97	12,48	20,54
	2015	13,53	11,77	14,23	14,42	15,49	15,47
Простій транзитного вагона без переробки, год	2014	2,33	3,34	8,25	6,34	3,66	2,99
	2015	7,29	2,91	5,19	3,96	4,84	4,26
Кількість вагонів з переробкою, ваг	2014	20445	21950	27793	27259	26573	22566
	2015	21702	17475	17275	18228	19933	20541
Кількість вагонів без переробки, ваг	2014	7308	5569	6334	7120	6671	5381
	2015	7256	6247	6547	6710	6011	6087
Загальна переробка на гірці, ваг/доб	2014	792	912	1080	1064	971	877
	2015	808	757	745	780	797	509
Відправлення поїздів всього, поїзд	2014	610	618	699	697	711	635
	2015	641	507	572	598	630	501

Було проаналізовано основні причини затримок вагонів по технічній станції К. Так, протягом розглянутого періоду 2015 року серед затриманих вагонів 66,6 % вагонів належать

Укрзалізниці, 11,3 % – Білорусії, 15,3 % – Росії, 6,8 % – іншим державам.

Серед затриманих вагонів за невиконання умов митної служби – 4 % вагонів, з вини

комерційної служби – 13 % вагонів, за невиконання умов ветеринарної служби – 2 % вагонів, 5 % – з вини вагонної служби, 76 % - за потребою комерційної інспекції для огляду.

Було проведено аналіз розподілу кількості затриманих вагонів залежно від тривалості затримки (див. рисунок). За результатами розрахунків встановлено, що середній час затримки вагонів по станції К для експортно-імпорتنих вантажів складає

$\bar{x} = 20,61$ год, інтенсивність затримок вагонів складає $\lambda = 0,05$ ваг/год, параметр Ерланга $k \approx 2$, тобто залежність підпорядковується закону Ерланга 2-го порядку. Функція щільності розподілу має вигляд

$$f(x) = 0,01x \cdot e^{-0,1x}.$$

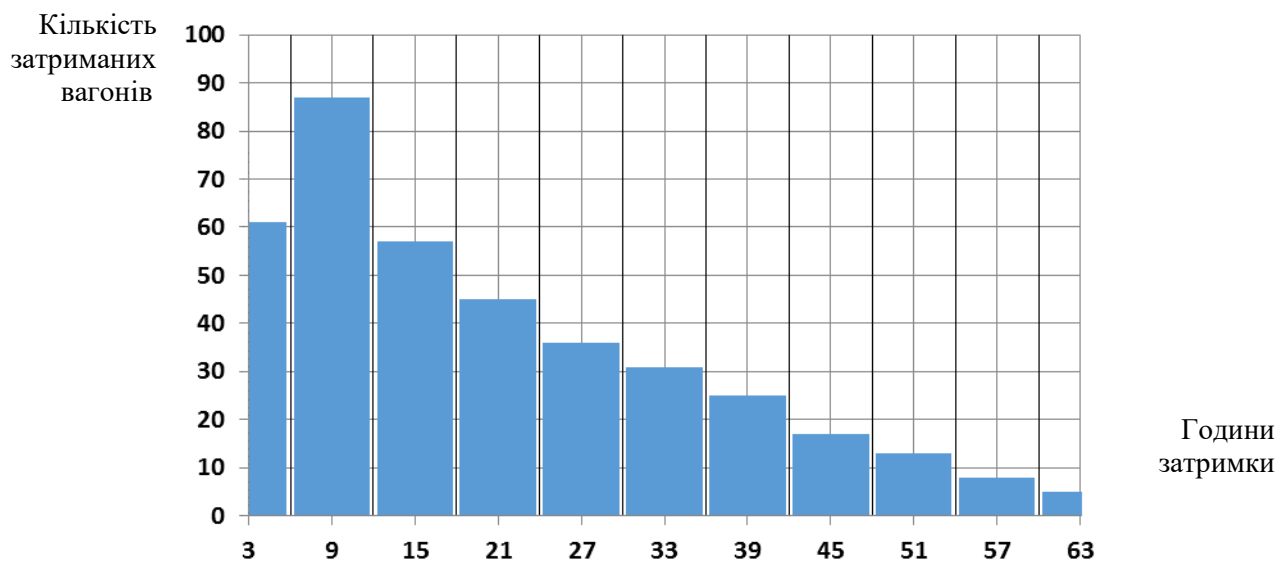


Рис. Графік залежності кількості затриманих вагонів залежно від тривалості затримки

Висновки. Вигідне географічне положення України за наявності в ній розвинутої мережі залізниць в умовах зміцнення світових торговельно-економічних зв'язків сприяє залученню міжнародних транзитних та експортно-імпорتنих

вантажопотоків. Підвищення ефективності роботи технічних станцій при обслуговуванні експортно-імпортного вагонопотоку є актуальним завданням, яке потребує подальшого пошуку ефективних рішень.

Список використаних джерел

1. Транспортна стратегія України на період до 2020 року [Електронний ресурс]: схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 20.10.2010 р. № 2174. – Режим доступу: http://ten-t.org.ua/transport_strategy_of_ukraine.
2. Про затвердження Державної програми реформування залізничного транспорту на 2010-2019 роки [Електронний ресурс] : постанова Кабінету Міністрів України від 16.12.2009 р. № 1390. – Режим доступу: <http://dokument.ua>.
3. Козаченко, Д.М. Математична модель для дослідження перевезення вантажів у міжнародному сполученні [Текст] / Д.М. Козаченко, Ю.М. Германюк // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізнич. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізнич. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2013. – Вип. 24. – С. 28-32.

4. Козаченко, Д.М. Удосконалення методів оцінки залізничного транспорту у сфері міжнародних транзитних перевезень [Текст] / Д.М. Козаченко, А.І. Верлан, Ю.М. Германюк // Залізничний транспорт України. – 2013. – № 2(99). – С. 40-42.
5. Альошинський, Є.С. Удосконалення взаємодії інформаційних підсистем суміжних прикордонних передавальних станцій [Текст] / Є.С. Альошинський, Ю.В. Кіхтева // Зб. наук. праць УкрДАЗТ. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. - Вип. 127. – С. 28-33.
6. Шульдінер, Ю.В. Функціонування залізничних прикордонних станцій в межах транспортно-логістичних кластерів [Текст] / Ю.В. Шульдінер // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2013. – Вип. 3/3(63). – С. 53-58.
7. Кіхтева, Ю.В. Удосконалення функціонування інформаційної підсистеми прикордонних передавальних станцій [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.01 / Кіхтева Юлія Володимирівна. – Харків, 2010. – 20 с.
8. Бауліна, Г.С. Дослідження процесу виконання маневрової роботи із затриманими вагонами на прикордонних залізничних станціях [Текст] / Г.С. Бауліна // Зб. наук. праць ДонІЗТ. – Донецьк: ДонІЗТ, 2013. – Вип. 33. – С. 20-25.
9. Тітов, М.Ф. Підвищення ефективності функціонування технічних прикордонних передавальних станцій залізниць України [Текст]: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.22.20 / Тітов Микола Федорович. – Харків, 1999. – 20 с.
10. Обухова, А.Л. Удосконалення технології функціонування передавальних залізничних станцій в умовах змішаних та інтермодальних перевезень [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.01 / Обухова Анна Леонідівна. – Харків, 2010. – 20 с.

Рецензент д-р техн. наук, професор Є.С. Альошинський

Шаповал Ганна Василівна, канд. техн. наук, доцент кафедри залізничних станцій та вузлів, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-26. E-mail: anjutashapoval@yandex.ru.
Берестов Ігор В'ячеславович, канд. техн. наук, професор кафедри залізничних станцій та вузлів, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-42. E-mail: anjutashapoval@yandex.ru.
Береза Назар Олегович, магістрант, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-26. E-mail: anjutashapoval@yandex.ru.
Нестерцов Максим Вадимович, магістрант, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-26. E-mail: anjutashapoval@yandex.ru.

Shapoval Ganna, candidate of technical sciences, associate professor at the department of railway stations and junctions, Ukrainian state University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-26. E-mail: anjutashapoval@yandex.ru.
Berestov Igor, candidate of technical sciences, professor at the department of railway stations and junctions, Ukrainian state University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-42. E-mail: anjutashapoval@yandex.ru.
Bereza Nazar, master, Ukrainian state University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-26. E-mail: anjutashapoval@yandex.ru.
Nestercov Maksim, master, Ukrainian state University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-26. E-mail: anjutashapoval@yandex.ru.

Наукова праця здана до друку 09.09.2015 р.

УДК 656.212.5

УДОСКОНАЛЕННЯ ПІДХОДІВ ДО УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ СКОЧУВАННЯ ВІДЧЕПІВ З ГІРКИ

Д-р техн. наук О.М. Огар, магістранти В.І. Ковалишин, О.О. Кашенець

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОДХОДОВ К УПРАВЛЕНИЮ ПРОЦЕССОМ СКАТЫВАНИЯ ОТЦЕПОВ С ГОРКИ

Д-р техн. наук А.Н. Огарь, магистранты В.И. Ковалишин, О.О. Кашенец

IMPROVING APPROACHES TO MANAGING THE PROCESS OF RUNNING CUTS FROM THE HUMPS

Doct. of techn. sciences O. Ogar, master student V. Kovalyshyn, O. Kashenets

Розроблено процедуру формування керуючих дій при гальмуванні відчепів на гальмових позиціях сортувальної гірки. Запропоновано підхід до обчислення приблизного значення основного питомого опору руху відчепа. Дано рекомендації щодо розміщення магнітних датчиків на полігоні.

Ключові слова: сортувальна гірка, керуючі дії, автоматизація, гальмування відчепів, система підтримки прийняття рішень.

Разработана процедура формирования управляющих воздействий при торможении отцепов на тормозных позициях сортировочной горки. Предложен подход к вычислению приблизительного значения основного удельного сопротивления движению отцепа. Даны рекомендации по размещению магнитных датчиков на полигоне.

Ключевые слова: сортировочная горка, управляющие воздействия, автоматизация, торможение отцепов, система поддержки принятия решений.

The information control system of sorting hump was improved. The procedure of forming control influences during braking set of cars on the brake points of sorting humps was worked out. The procedure of accurate definition meaning of main specific resistance to car movement was proposed. The recommendations about distribution of magnetic sensors on the ordnance yard were given.

Key words: sorting hump, control influences, automatization, braking set of cars, expert support system of making decisions.

Вступ. Висока якість процесу розформування составів може бути досягнута шляхом застосування систем комплексної автоматизації вказаного процесу і систем підтримки прийняття рішень для оперативного персоналу залізниць. Це доведено досвідом експлуатації сучасних автоматизованих сортувальних гірок, системи автоматизації яких суттєво відрізняються підходами до формування керуючих дій на процес скочування відчепів з гірки. Застосування окремих систем у країнах СНД вказало на необхідність доопрацювання наукових підходів до розрахунку параметрів гальмування відчепів і їх реалізації в реальному масштабі часу.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими

науковими та практичними завданнями. Основною проблемою при формуванні керуючих дій на процес скочування відчепів з гірки є проблема розрахунку раціональних параметрів гальмування відчепів і їх реалізації за відсутності інформації про стан колісних пар вагонів, нестабільності коефіцієнта тертя між колесами вагона і шинами вагонних уповільнювачів, складності визначення ходових характеристик вагонів і прогнозування величини додаткових питомих опорів від стрілок і кривих, середовища та вітру, які мають випадкову природу. Удосконалення методів управління процесом розформування составів, пристроїв гіркової автоматики і структур локальної інформаційно-керуючої системи сортувальних гірок на сьогоднішній

день не дозволило суттєво покращити якісні показники сортувального процесу. Слід зазначити, що створення вітчизняної високоефективної системи автоматизації гіркових технологічних процесів є одним із основних завдань Укрзалізниці.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Створенню та удосконаленню методів розрахунку параметрів гальмування відчепів і способів їх реалізації в реальному масштабі часу присвячені праці Бобровського В.І., Божка М.П., Жуковицького І.В., Загарія Г.І., Ковальова С.М., Козаченка Д.М., Лебединської О.М., Шабельнікова О.М., Шелухіна В.І., Шепілової О.Г. та інших [1-9].

Двоетапний метод, що запропоновано в роботах [1-3], вирішує завдання скорочення енергетичних витрат на регулювання швидкості скочування відчепів з гірки, але в метеорологічних умовах, параметри яких задано константами. Останнє характерно для всіх відомих імітаційних моделей сортувального процесу і певним чином відображується на точності розрахунку додаткового питомого опору від середовища і вітру.

У праці [4] адаптивне регулювання розглянуто тільки в загальному вигляді.

У працях [5, 6] більшою мірою враховано фактори, що впливають на процес гальмування відчепів, однак не вирішено задачу координатного регулювання швидкості скочування відчепів.

Процедуру адаптивного керування гальмуванням на парковій гальмовій позиції запропоновано в роботі [7]. Слід зазначити, що доцільність застосування м'якого режиму гальмування, який пропонується авторами, потребує додаткових досліджень.

Розробленням і впровадженням систем підтримки прийняття рішень при управлінні вагонними уповільнювачами займався О.М. Шабельніков [8]. Ним була запропонована композиційно-динамічна модель. Вказана модель призначена для автоматизації експертної підтримки прийняття рішень в інформаційних системах динамічного типу. Слід зауважити, що моделювання прогнозу в моделі здійснюється з урахуванням лише п'яти факторів. Вплив від параметрів метеорологічних умов, профіль гірки, фактичні інтервали між відчепами, стан і реальні гальмові характеристики вагонних уповільнювачів взагалі не враховуються. При

такому підході в реальних умовах експлуатації досить складно забезпечити виконання вимог інтервального і прицільного регулювання. Такий же недолік властивий і моделі, запропонованій у роботі [9].

Визначення мети та задачі дослідження. Метою даної роботи є підвищення ефективності сортувального процесу шляхом формування керуючих дій на процес скочування відчепів з гірки. До завдань дослідження слід віднести удосконалення інформаційно-керуючої системи сортувальної гірки та розроблення процедури формування керуючих дій при гальмуванні відчепів на гальмових позиціях сортувальної гірки.

Основна частина дослідження. Ефективне функціонування системи підтримки прийняття рішень гірковими операторами може бути забезпечено тільки за рахунок використання відповідного комплексу пристроїв гіркової автоматики. Для системи, запропонованій у роботі [10], вказаний комплекс повинен складатися з обмеженої кількості елементів порівняно з гірковими автоматизованими комплексами: магнітних датчиків, метеорологічних датчиків і системи контролю заповнення колій сортувального парку.

Об'єднання запропонованої системи підтримки прийняття рішень і наведеного комплексу пристроїв гіркової автоматики дозволило створити локальну інформаційно-керуючу систему сортувальної гірки з новим підходом до формування керуючих дій. Відмінність підходу від існуючих полягає в технології функціонування створеної системи:

1) перед початком розпуску состава зі станційного технологічного центру в головний сервер надходить інформація щодо кількості вагонів і кількості відчепів у составі, кількості вагонів у відчепі, ваги вантажу в кожному вагоні, номерів вагонів і колій їх призначення. На підставі цих даних визначається номер стрілки розділення суміжних відчепів, довжина відчепів по крайніх осях, їх вага і координата центра ваги;

2) з моменту відриву кожного відчепа від состава, що фіксується магнітними датчиками, які розташовуються до вершини гірки, моделюється його умовно-оптимальне гальмування (при середніх значеннях швидкості і напрямку вітру, які розраховуються на основі даних метеорологічних датчиків, середнього значення основного питомого опору руху відчепа, яке

визначається виходячи з вагової категорії вагонів даного відчепа, та ідеального стану колісних пар). При цьому на екран головного монітора виводиться план скочування відчепа, що забезпечує збереження енергоресурсів;

3) уточнюється значення основного питомого опору руху відчепа, з урахуванням якого здійснюється перше коригування параметрів умовно-оптимального гальмування на другій гальмовій позиції (II ГП) і паркової гальмовій позиції (ПГП) і будується скоригований план скочування. Вказана процедура є успішною для тих відцепів, які на дільниці КТ1-КТ2, де КТ1 і КТ2 – відповідно перша і друга контрольні точки, що розміщуються до першої гальмової позиції (I ГП), були у стані вільного руху. Якщо в момент відриву відчепа перша вісь знаходилась у межах дільниці КТ1-КТ2, точність розрахунку основного питомого опору руху відчепа зменшується. Для відцепів, що відриваються від состава за КТ2, уточнення вказаного опору неможливе. Реалізується процедура уточнення при відомих моментах входу першої осі відчепа на КТ1 і КТ2 з урахуванням динаміки зміни параметрів метеорологічних умов (швидкості та напрямку вітру) від моменту відриву відчепа до моменту входу на КТ2. Необхідна інформація для уточнення зберігається в головному сервері. Процедура першого коригування параметрів гальмування на II ГП і ПГП здійснюється з моменту входу відчепа на КТ2;

4) за допомогою нейронної мережі (див. рисунок) здійснюється коригування параметрів

умовно-оптимального гальмування на I ГП і друге коригування – на II ГП і ПГП. Додатковою інформацією для коригування є величина запасу інтервалу між даним і попереднім відцепом на перших уповільнювачах гальмових позицій спускної частини та фактична довжина пробігу даного відчепа від ПГП до вагонів, що накопичуються на сортувальній колії. Запаси інтервалів розраховуються на підставі даних про кількість осей і моменти входження відцепів на вказані уповільнювачі та виходу з них, а фактична довжина пробігу – на підставі даних, що надходять з пристрою контролю зайнятості колій і зберігаються в головному сервері. Процедура коригування параметрів гальмування на I ГП здійснюється з моменту входу відчепа на КТ2, а другого коригування на II ГП і ПГП – відповідно з моменту входу на КТ4 і КТ7, де КТ4 і КТ7 – контрольні точки, що знаходяться відповідно перед II ГП і ПГП. Оскільки для формування рішення можуть бути потрібними дані про моменти входу першої осі відчепа на КТ3, КТ5 і КТ6 (КТ3 – контрольна точка, що розміщується одразу за I ГП, а КТ5 і КТ6 – контрольні точки, що розміщуються на стрілочній зоні), вказані дані фіксуються в головному сервері;

5) скориговані параметри гальмування з'являються у вигляді підказок на екранах моніторів операторів гірки, а на головному моніторі відображуються криві тривалості реального скочування відцепів.

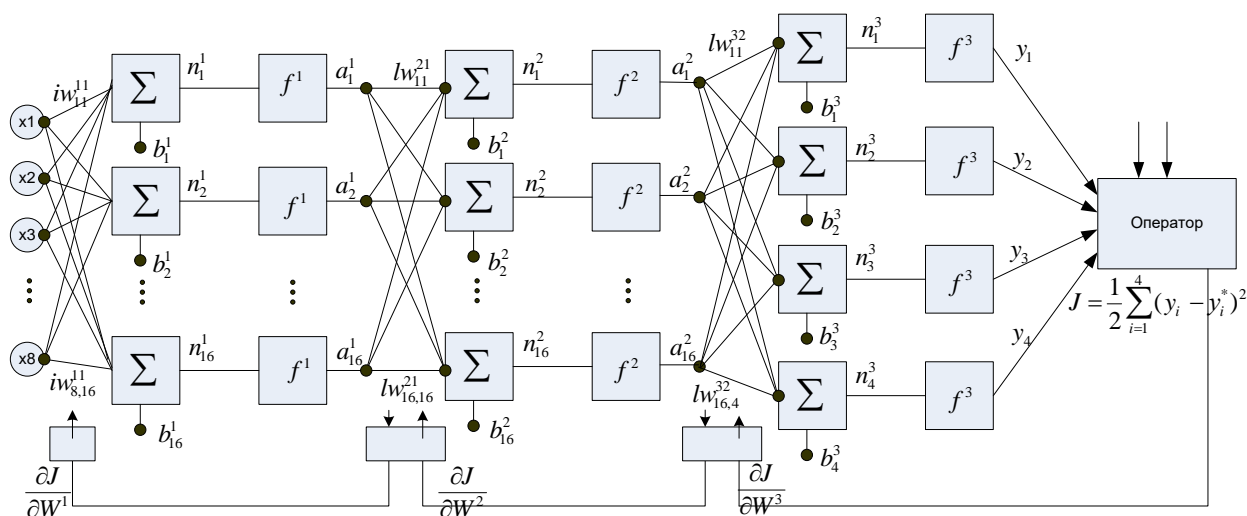


Рис. Архітектура нейронної мережі системи підтримки прийняття рішень для гіркових операторів

Уточнення значень основного питомого опору руху відчепа здійснюється в такій послідовності. Вводяться різниці модельної і фактичної тривалостей його руху відповідно до КТ1 і КТ2 ($\Delta t_{КТ1}$, $\Delta t_{КТ2}$) і середнє значення вказаного опору ($\omega_0^{відч.}$). Розраховується складова різниці модельної і фактичної тривалостей руху відчепа відповідно від КТ1 до КТ2, що створюється внаслідок похибки розрахунку питомих сил опору руху відчепа ($\Delta t_{\omega}^{КТ2-КТ1}$). Якщо вказана складова більше нуля, то визначається нове значення основного питомого опору з урахуванням знака $\Delta t_{КТ2}$. Після цього повторюється моделювання скочування відчепа до КТ2 з урахуванням реальних залежностей швидкості і напрямку вітру від часу, які мали місце в точках маршруту скочування відчепа від моменту його відриву до моменту входу на КТ2. Якщо умова $\Delta t_{\omega}^{КТ2-КТ1} > 0$ не виконується, здійснюється друкування $\omega_0^{відч.}$.

При розташуванні магнітних датчиків на полігоні необхідно керуватися реакцією людини, швидкодією ПЕОМ і вагонних уповільнювачів, можливістю оцінки ходових якостей максимальної кількості відчепів. Виходячи з цього відстань від КТ2, КТ4 і КТ7 до відповідних гальмових позицій може бути визначена за формулою

$$L = V \cdot (t_k + t_p + t_z + \delta),$$

де V – максимальна швидкість відчепа, яка може бути досягнута на вході в гальмову позицію, м/с;

t_k – час, необхідний на коригування параметрів гальмування, с;

t_p – час, необхідний на реакцію оператора і реалізацію підказок системи підтримки прийняття рішень, с;

t_z – час, необхідний на переведення гальмових шин вагонних уповільнювачів у загальмований стан, с;

δ – час, що враховує можливі відхилення t_k , t_p і t_z від їх середніх значень, с.

КТ1 бажано розташовувати таким чином, щоб відрив відчепів з трьох-чотирьох вагонів відбувався до моменту їх входу на вказану точку.

Розташування КТ3 залежить від типу гіркової горловини. Якщо І ГП розташовується до першої розділової стрілки, то вказану точку бажано розміщувати від кінця І ГП на відстані, що обмежується трьома-чотирма умовними вагонами; якщо після першої розділової стрілки – на відстані, що обмежується одним-двома умовними вагонами.

КТ5 доцільно розміщувати між другим і третім стрілочними переводами розподільчої зони, де основна маса відчепів буде знаходитись у стані вільного руху, а КТ6 – на початку сортувальних колій у районі граничних стовпчиків останніх розділових стрілок.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Запропонований підхід до управління процесом скочування відчепів з гірки дозволить підвищити енергозбереження і якість сортувального процесу при порівняно низьких капіталовкладеннях в пристрої гіркової автоматики за рахунок відсутності необхідності встановлення радіолокаційних вимірювачів швидкості, вимірювачів ходових якостей і ваги вагонів та інших пристроїв.

Слід також зазначити, що в роботі вперше вирішено проблему обчислення приблизного значення основного питомого опору руху відчепа за рахунок відтворення реальних характеристик руху повітряних мас у будь-якій точці маршруту прямування відчепа.

Запропонований науковий підхід до формування керуючих дій на процес скочування відчепів з гірки може бути адаптований у гіркові автоматизовані комплекси з можливістю безпосереднього втручання оператора гірки в процес розпуску.

Список використаних джерел

1. Бобровский, В.И. Теоретические основы совершенствования конструкции и технологии работы железнодорожных станций [Текст]: дисс... д-ра техн. наук: 05.22.20 / В.И. Бобровский. – Днепропетровск, 2002. – 534 с.

2. Бобровский, В.И. Многошаговый двухэтапный метод оптимизации режимов роспуска составов на горках [Текст] / В.И. Бобровский // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. – 2004. – №2. – С. 8-14.

3. Бобровский, В.И. Оптимизация режимов торможения отцепов на сортировочных горках [Текст]: монография / В.И. Бобровский, Д.Н. Козаченко, Н.П. Божко, [и др.]. – Днепропетровск: Изд-во Маковецкий, 2010. – 260 с.

4. Лебединская, Е.Н. Разработка адаптивной автоматической системы управления работой сортировочной горки [Текст] / Е.Н. Лебединская, Н.Н. Новгородов, Л.В. Пальчик [и др.] // Вестник ВНИИЖТа. – 1999. – №3. – С. 32-34.

5. Жуковицкий, И.В. Управление замедлителями тормозной позиции сортировочной горки. Часть 1. Модель системы [Текст] / И.В. Жуковицкий, Г.И. Загарий, Н.И. Луханин // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. – 2000. – № 5. – С. 19-25.

6. Жуковицкий, И.В. Управление замедлителями тормозной позиции сортировочной горки. Часть 2. Модель системы [Текст] / И.В. Жуковицкий, Г.И. Загарий, Н.И. Луханин // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. – 2002. – № 4. – С. 17-20.

7. Шелухин, В.И. Прицельное торможение на базе адаптивных алгоритмов [Текст] / В.И. Шелухин, И.Н. Малышев, Д.А. Милехин // Автоматика, связь, информатика. – 2000. – №2. – С. 9-11.

8. Шабельников, А.Н. Разработка теории и методов автоматизации управления сложными процессами на сортировочной станции [Текст]: дисс. ... д-ра техн. наук: 05.13.06 / А.Н. Шабельников. – М., 2005. – 344 с.

9. Ковалев, С.М. Нечетко-темпоральные модели структурного анализа и идентификации динамических процессов в слабо формализованных задачах принятия решений [Текст]: дисс... д-ра техн. наук: 05.13.01, 05.13.17 / С.М. Ковалев. – Таганрог, 2002. – 337 с.

10. Огар, О.М. Інтелектуальна підтримка процесів прийняття рішень при регулюванні швидкості скочування відцепів з гірки [Текст] / О.М. Огар // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2010. – № 5-6. – С. 39-44.

Огар Александр Миколайович, д-р техн. наук, профессор, кафедра залізничних станцій та вузлів, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-42. E-mail: ogar-07@yandex.ru.

Ковалишин Віталій Іванович, магістрант, кафедра залізничних станцій та вузлів, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-42. E-mail: ogar-07@yandex.ru.

Кашенець Ольга Олегівна, магістрант, кафедра залізничних станцій та вузлів, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-42. E-mail: ogar-07@yandex.ru.

Ogar Alexander, doct. of techn. sciences, professor, chair "Railway stations and junctions", Ukrainian State University of Railway Transport, tel.: (057) 730-10-42. E-mail: ogar-07@yandex.ru.

Kovalyshyn Vitaly, master student, chair "Railway stations and junctions", Ukrainian State University of Railway Transport, tel.: (057) 730-10-42. E-mail: ogar-07@yandex.ru.

Kashenets Olga, master student, chair "Railway stations and junctions", Ukrainian State University of Railway Transport, tel.: (057) 730-10-42. E-mail: ogar-07@yandex.ru.

Наукова праця здана до друку 21.09.2015 р.

УДК 656.2

АНАЛІЗ СВІТОВИХ ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ РИНКУ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ТА ІСНУЮЧОГО СТАНУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ

Канд. техн. наук А.В. Прохорченко, магістрант М.В. Джгалієва

АНАЛИЗ МИРОВЫХ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ РЫНКА ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК И СУЩЕСТВУЮЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА УКРАИНЫ

Канд. техн. наук А.В. Прохорченко, магістрант М.В. Джгалиева

ANALYSIS OF GLOBAL TRENDS FREIGHT MARKET AND OF THE EXISTING RAILWAY TRANSPORT UKRAINE

Ph.D., Associate Professor A. Prokhorchenko, master student M. Djgalieva

Робота присвячена аналізу світових тенденцій розвитку ринку вантажних перевезень та існуючого стану залізничного транспорту України для виявлення найбільш важливих чинників у технології роботи залізниць, які визначають якість транспортної послуги на глобальному ринку перевезень вантажів. Виявленим процесом у технології роботи залізниць України, який суттєво впливає на якість транспортної послуги, є ефективність використання пропускної спроможності залізничної інфраструктури. Обґрунтовано необхідність розвитку принципово нових методів управління пропускною спроможністю залізничної інфраструктури на основі принципів самоорганізації.

Ключові слова: якість транспортної послуги, залізничний транспорт, інфраструктура, пропускна спроможність.

Работа посвящена анализу мировых тенденций развития рынка грузовых перевозок и существующего состояния железнодорожного транспорта Украины для выявления наиболее важных факторов в технологии работы железных дорог, которые определяют качество транспортной услуги на глобальном рынке перевозок грузов. Выявленным процессом в технологии работы железных дорог Украины, который существенно определяет качество транспортной услуги, является эффективность использования пропускной способности железнодорожной инфраструктуры. Обоснована необходимость развития принципиально новых методов управления пропускной способностью железнодорожной инфраструктуры на основе принципов самоорганизации.

Ключевые слова: качество транспортной услуги, железнодорожный транспорт, инфраструктура, пропускная способность.

For the rail sector of each country in the world, including Ukraine, the main condition for business success is the need to comply with the established requirements of quality of transport services and global trading networks of supply systems. This paper analyzes world trends in the freight market and the existing state of Railway Transport of Ukraine to identify the most important factors in the technology of the railways that determine the quality of transport services in the global market freight. The analysis of the competitiveness of railways in Ukraine transportation market, investigated the use of railway infrastructure quality, reliability analysis of the transportation process. Factors in the technology of railways of Ukraine which significantly affects the quality of transport services is the efficient use of railway infrastructure capacity that determines the reliability and cost of the transportation process. The necessity of fundamentally new methods of management capacity of the railway infrastructure on the principles of self-organization.

Keywords: quality of transport services, rail transport, infrastructure, capacity.

Вступ. В умовах економічної глобалізації розвиток ринку вантажних перевезень на залізничному транспорті України залежить від

спроможності залізничної галузі пристосувати власні технології перевезень до вимог провідних гравців світового ринку товарів і

послуг. За таких умов дослідження світових тенденцій розвитку ринку вантажних перевезень є важливим для оцінки ефективності діяльності залізниць України та вибору напрямків їх удосконалення.

Визначення мети та задачі дослідження. Дана робота має на меті проаналізувати світові тенденції розвитку ринку вантажних перевезень та існуючого стану залізничного транспорту України для виявлення невідповідності рівня якості транспортної послуги, що склався в Україні, встановленим вимогам на глобальному ринку перевезень. Це дозволить виявити важливі напрямки удосконалення залізниць України для підвищення їх конкурентоспроможності на глобальному ринку перевезень вантажів.

Основна частина дослідження. Світова економічна активність і обсяг світової торгівлі у 2014 року підвищилися. Однак, за оцінками Міжнародного валютного фонду, прогноз темпу економічного зростання уповільниться і

складе 3,5 % у 2015 році і 3,7 % у 2016 році [1]. На глобальному рівні залізничний транспорт загального користування реалізує майже мільйон маршруто-кілометрів (від англ. route-km). Близько 56 % цієї роботи (або 512 000 маршруто-кілометрів) здійснюється в регіонах, що розвиваються, до яких належать і країни Східної Європи [2].

На сухопутних вантажних ринках сьогодні залізниці найчастіше конкурують з автомобільним транспортом. У багатьох країнах світу частка ринку вантажних залізничних перевезень знаходиться в межах 40-50 % і переважає обсяги перевезень вантажів автомобільним транспортом (рис. 1) [3]. Виключенням є лише залізниці Європейського союзу (ЄС), де станом на 2012 рік частка автомобільного транспорту загального вантажообігу складає 75,1 %, тоді як частка залізничного – 18,2 %, внутрішньоводного транспорту – 6,7 % [4].

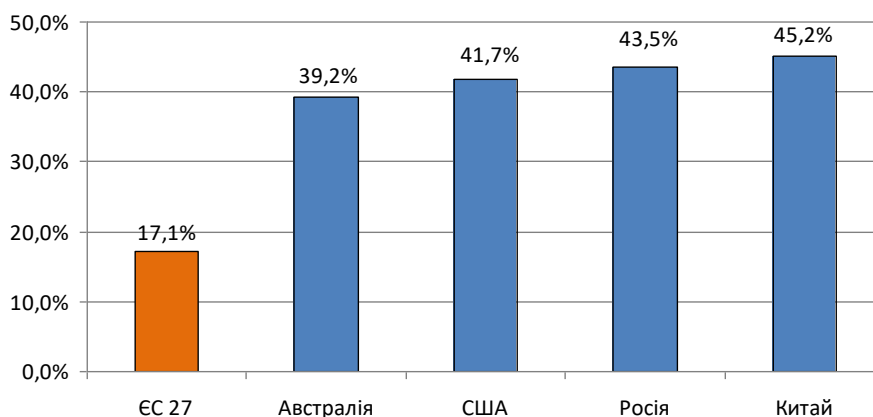


Рис. 1. Частка залізничного транспорту від загальних обсягів вантажообігу у різних країнах світу

Автомобільний транспорт домінує в секторі перевезення вантажів на короткі відстані та невеликими партіями. Головною перевагою автомобільних перевезень є висока швидкість доставки, краща точність і можливість доставки вантажів майже в будь-яке місце отримання. У розвинених країнах, таких як США та країни ЄС, транспортні системи автошляхів перевантажені, а тому подальше зростання майже неможливе. У той же час у країнах, що розвиваються, розвиток мережі автошляхів дуже повільний через брак інвестицій. За таких умов вантажні

автомобільні компанії мають можливість подальшого розвитку лише в секторі контейнерних перевезень. Даний сектор вантажних перевезень потужно розвивається в США та ЄС, але вимагає від залізничного транспорту підвищення якості своїх транспортних послуг, що в багатьох країнах реалізувати не вдається.

Враховуючи обмеженість пропускної спроможності транспортних мереж різних видів транспорту, одним із основних напрямків розвитку світового ринку вантажних перевезень є інтеграція мереж ланцюгів

постачання від виробників до споживачів через використання всіх видів транспорту. У таких умовах важливу частку займає морський транспорт, що перевозить 80% фізичного обсягу світової товарної торгівлі [2]. За оцінками, наведеними у випуску Огляду морського транспорту за 2013 рік, загальносвітовий обсяг морських перевезень зріс на 4,3%, вперше в історії перевищивши у 2012 році рівень 9 млрд т [5]. Враховуючи високу вартість плати за простої вантажних суден у портах для залізничного транспорту, стає важливим точність взаємодії з даним видом транспорту, лише за таких умов транснаціональним вантажним компаніям доцільно включати залізниці в ланцюг просування глобальних морських вантажопотоків.

В умовах інтеграційних процесів у сфері вантажних перевезень швидко розвивається транспортно-логістичний ринок. Навіть за оцінками аналітиків, ємність українського логістичного ринку досягає 300 млрд євро, а насправді цей потенціал реалізується тільки на 300 млн євро [6]. Для порівняння, станом на 2012 рік ринок логістики в ЄС складає 1197,9 млрд дол. США.

Для можливості участі в глобальних процесах розвитку залізничний транспорт повинен відповідати вимогам основних якісних ознак вантажних перевезень: 1) час перевезення; 2) надійність часу прибуття; 3) імовірність втрати, пошкодження та крадіжки; 4) наявність пропускнуої спроможності; 5) зручність часу відправлення і частота обслуговування. Слід

вказати, що для вантажовідправників величина тарифу на перевезення і надійність часу прибуття в пункт призначення в цілому є найбільш важливими чинниками. Всі інші чинники також важливі, але меншою мірою [7].

Для залізничної галузі кожної країни світу, зокрема України, головною умовою комерційної успішності є необхідність відповідати сформованим вимогам якості транспортної послуги у глобальних торговельних мережах і виробничо-збутових системах [8]. Аналіз світових тенденцій розвитку ринку вантажних перевезень та існуючого стану залізничного транспорту України показав невідповідність рівня якості транспортної послуги встановленим вимогам на глобальному ринку перевезень. Основним сегментом транспортної системи України на сьогодні залишається залізничний транспорт. Українська мережа залізниць є однією з найбільш розвинутих серед європейських країн, займає провідне місце за обсягами вантажо- та пасажироперевезень всередині країни та відіграє важливу транзитну роль. Близько 90 % доходів залізниці України отримують від транспортування вантажів. Для порівняння на рис. 2 наведено поділ доходів залізничних компаній за видами перевезень у країнах ЄС [4]. Навіть найбільш економічно розвинені країни, такі як Німеччина і Франція, мають частку доходів від вантажних перевезень на рівні 27 % і 43 % відповідно. У Польщі даний показник складає 64 %.

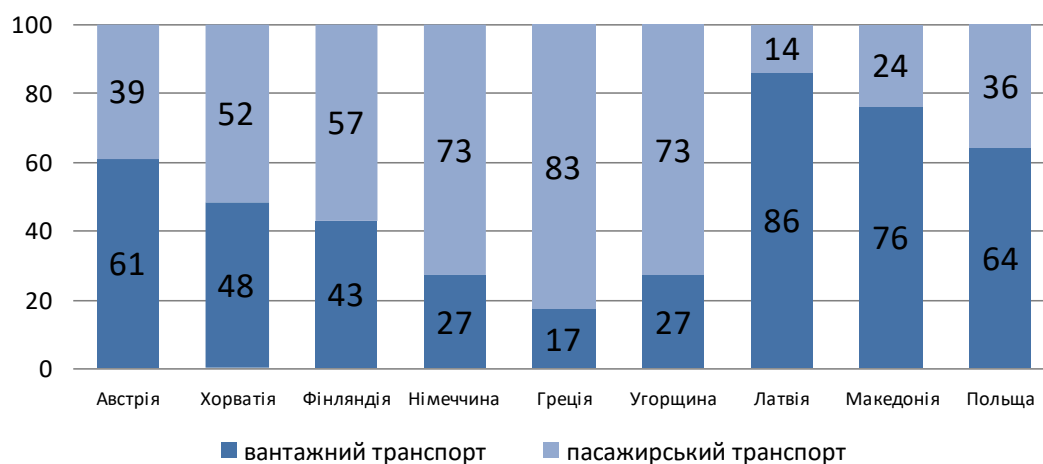


Рис. 2. Доходи залізничних компаній за видами перевезень у країнах ЄС станом на 2012 рік

За даними Укрзалізниці, обсяги перевезень вантажів залізницями України у 2013 році зменшилися до 441,8 млн т, що на 3,4 % менше, ніж у 2012 році. Свого піку в незалежній Україні обсяги залізничних вантажних перевезень досягли у 2007 році – 415,9 млн т. Вантажообіг у 2007 році становив 262,5 млрд ткм (рис. 3). Порівняно з 2009 роком (рік найглибшого скорочення обсягів перевезень) за період 2003-2013 рр. вантажообіг зріс на 25 %. Для порівняння, вантажообіг на залізницях Німеччини у 2012 році склав 110,065 млрд ткм, у Франції – 32,539 млрд ткм, Польщі – 48,903 млрд ткм [4, 9]. На фоні зростання вантажообігу почала загострюватись проблема використання

пропускної спроможності інфраструктури залізничного транспорту. Навіть за умов існуючого падіння темпів промислового виробництва все ж таки прогнози підтверджують зростання економіки України в довгостроковій перспективі, а отже, і зростання обсягів перевезень, що неминуче призведе до досягнення обсягів перевезень до кризового періоду та перенасичення залізничної інфраструктури поїздопотоками, як це відбувається на більшості розвинених залізниць світу.

Для аналізу конкурентоспроможності залізничного транспорту України на ринку перевезень у роботі запропоновано дослідити динаміку розподілу кількості перевезеного вантажу за різними видами транспорту (рис. 4).

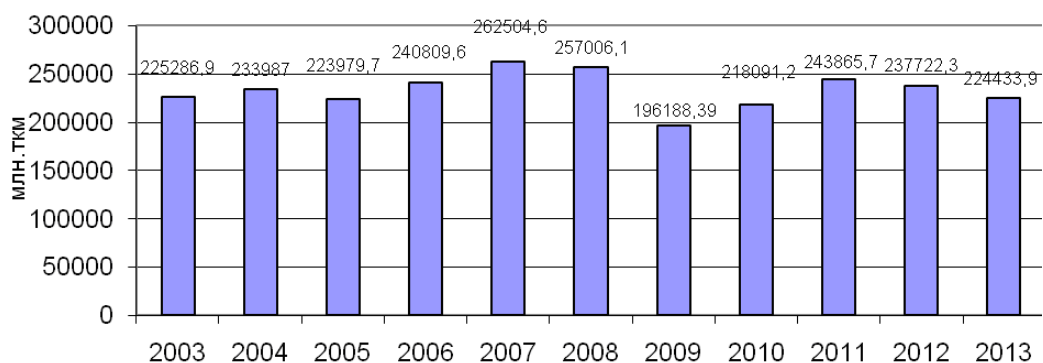


Рис. 3. Тарифний вантажообіг на залізничному транспорті України

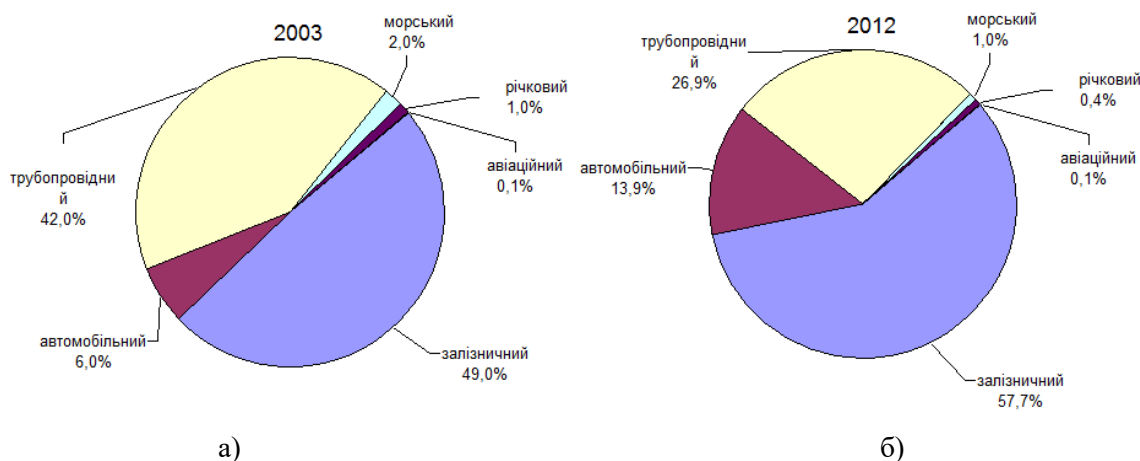


Рис. 4. Розподіл вантажу за окремими видами транспорту: а – за 2003 рік; б – за 2012 рік

За аналізом (рис. 4), з 2003 по 2012 рік частка залізничного транспорту збільшилася на 8,76 %. Однак через критичну зношеність

основних фондів і відсутність змін у технології перевезень, яка дозволить підвищити точність перевезень, залізничний транспорт ризикує

втратити ці позиції, що негативно позначиться на економічному стані галузі.

Розглянемо більш детально тенденції ринку вантажних перевезень, точніше двох його секторів: перевезень автомобільним і

залізничним транспортом. На перший погляд, турбуватися немає про що: вантажообіг залізничного та автомобільного транспорту з 2003 по 2012 рік повільно, але стабільно зростає (рис. 5).

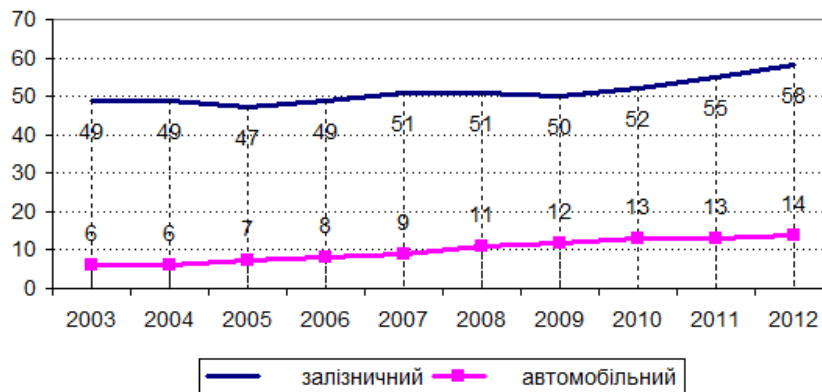


Рис. 5. Динаміка вантажообігу залізничного та автомобільного транспорту за період 2003-2012 роки

Слід зазначити, частка залізничного транспорту знижувалась у 2005 та 2009 роках, тоді як тренд зростання майже не змінювався в автомобільного транспорту (рис. 5). Така ситуація свідчить про високу конкурентоспроможність послуг автомобільного транспорту. Враховуючи переваги автомобільного транспорту в частині точності переміщення вантажів порівняно з існуючою технологією перевезень на залізничному транспорті, у майбутньому частка може збільшуватись за рахунок конкурентної боротьби.

В умовах конкурентної боротьби важливим є показник якості використання

інфраструктури залізничного транспорту. Залізнична мережа України є однією з найрозвиненіших. Порівняльний аналіз середньої щільності залізничної мережі в різних країнах світу показав, що Україна займає п'яте місце з показником щільності 37 км/1 тис. кв. км (рис. 6). Показником, який характеризує інтенсивність використання залізничної інфраструктури, є вантажонапруженість, вимірюється в тонно-кілометрах нетто на 1 км у рік і визначається діленням виконаного вантажообігу в тонно-кілометрах нетто на експлуатаційну довжину дільниці.

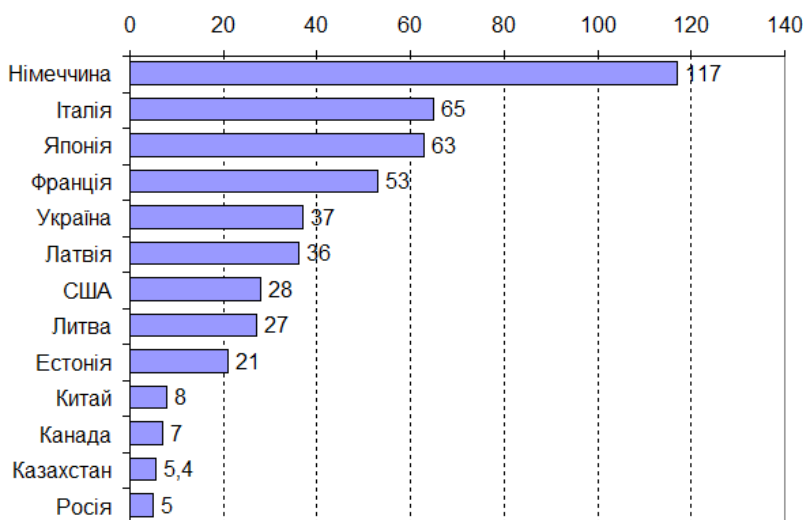


Рис. 6. Середня щільність залізничної мережі в різних країнах світу, км/1 тис. кв. км)

Аналіз динаміки вантажонапруженості на залізничній мережі України протягом періоду 2003 – 2013 років показав, що зберігається відносно стабільна тенденція даного показника

в межах 10 млн ткм нетто/км за рік. Для порівняння на рис. 7 наведено показники вантажонапруженості за деякими країнами світу станом на 2012 рік.

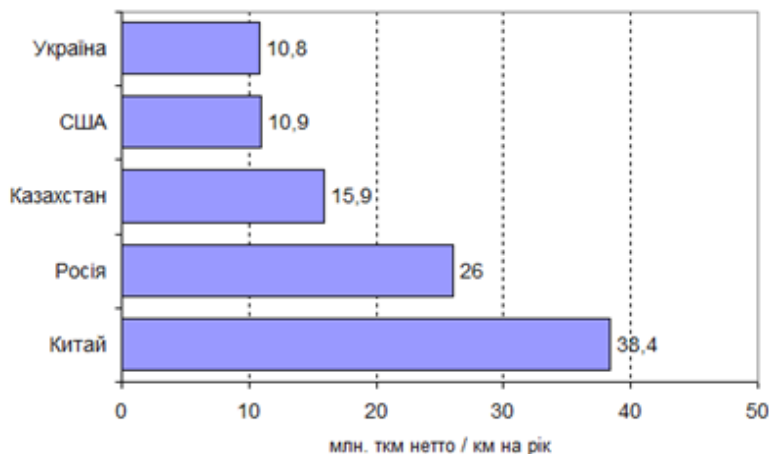


Рис. 7. Вантажонапруженість за деякими країнами світу станом на 2012 рік

При щільності залізничної мережі України в 1,32 разу, більшій порівняно з США, показник вантажонапруженості приблизно однаковий. Це свідчить про те, що інтенсивність використання залізничної мережі України не поступається розвиненим країнам світу. У той же час високий показник вантажонапруженості також свідчить про дефіцит інфраструктури. Вітчизняні залізниці завжди мали відносно високі показники вантажонапруженості, але при цьому відрізнялися вкрай низькою якістю транспортної послуги, зокрема швидкістю доставки, надійністю перевезень. Тобто низьким є рівень виконання показників, які характеризують конкурентоспроможність транспортного бізнесу з точки зору вантажовідправника [10].

Для більш широкого аналізу необхідно дослідити завантаженість окремих залізничних дільниць мережі. Аналіз вантажонапруженості залізничних дільниць свідчить про нерівномірність завантаження залізничної мережі, що призводить до перевантаження основних напрямків просування вагонопотоків, тоді як майже 80 % дільниць не завантажена. Дана ситуація вимагає перегляду існуючих підходів до розподілу пропускної

спроможності на мережі. Важливим є рівномірний підхід до використання інфраструктури залізничного транспорту.

Одним із показників, який характеризує надійність перевізного процесу, є кількість зупинок поїздів біля вхідних світлофорів. Для аналізу динаміки даного показника з інтенсивністю використання інфраструктури в роботі побудовано порівняльну діаграму кількості зупинок поїздів біля вхідних світлофорів до експлуатаційного вантажообігу у вантажному русі (рис. 8).

Аналіз залежностей на рис. 8 показав, що в умовах інтенсивного використання інфраструктури залізничної мережі України кількість зупинок біля вхідних світлофорів сягала великих значень. Так, у 2007 році при експлуатаційному вантажообігу 388378,1 млн ткм брутто – 21379 затримок поїздів. Станом на 2013 рік кількість затримок поїздів біля вхідних світлофорів складає 7441 затримок при експлуатаційному вантажообігу 3654141 млн ткм брутто. Це свідчить про значне скорочення кількості збоїв при здійсненні перевезень, але все ж таки надійність перевезень не забезпечується на високому рівні.

Експлуатація залізниць

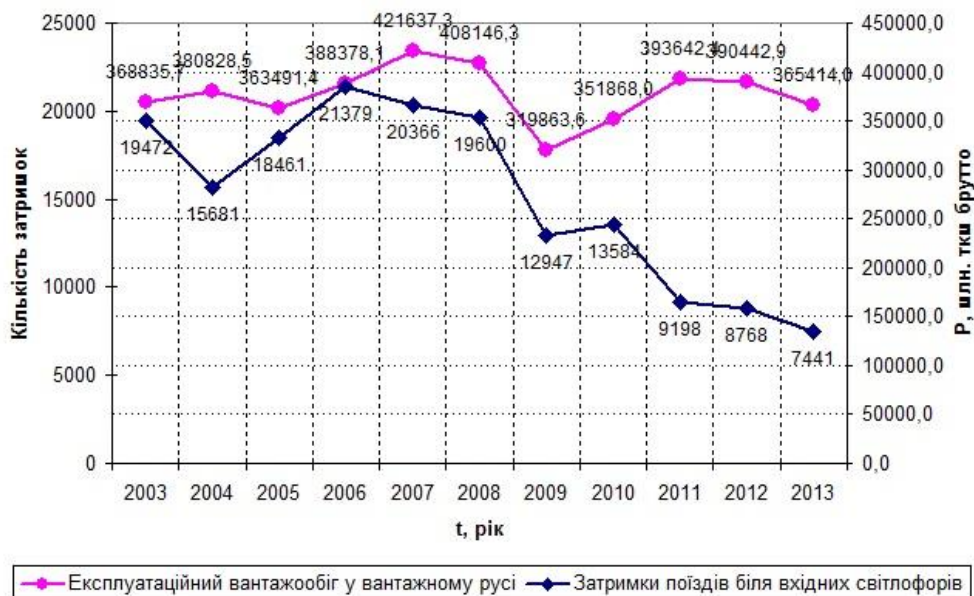


Рис. 8. Порівняльна діаграма кількості зупинок поїздів біля вхідних світлофорів до експлуатаційного вантажообігу у вантажному русі на залізницях України за період 2003-2013 роки

Висновок. Аналіз світових тенденцій розвитку ринку вантажних перевезень показав, що основним напрямком успішного розвитку залізничного транспорту є інтеграція у глобальні транспортно-логістичні ринки. У таких умовах величина тарифу на перевезення і надійність часу прибуття в пункт призначення в цілому є найбільш важливими чинниками, які визначають якість транспортної послуги [11]. Порівняльний аналіз роботи розвинених залізниць світу та існуючого стану залізничного транспорту України свідчить про невідповідність останнього рівня якості транспортної послуги встановленим вимогам на глобальному ринку перевезень. Визначальним чинником впливу на якість транспортної послуги є ефективність використання пропускної спроможності залізничної інфраструктури, що визначає

надійність перевізного процесу. У цих умовах очевидна необхідність розвитку принципово нових методів управління пропускною спроможністю залізничної інфраструктури на основі принципів самоорганізації [12], що дозволить перерозподілити використання пропускної спроможності на мережі за рахунок появи самоорганізації учасників ринку. Це вимагає на тактичному рівні управління розробити Систему класифікації залізничних дільниць і напрямків для експлуатаційної діяльності, сформувати більш точний метод оцінки пропускної спроможності залізничних дільниць і реалізувати математичну модель для проектування залізничної мережі на основі самоорганізації, що дозволить пристосувати режими експлуатації інфраструктури залізничної мережі до вимог користувачів.

Список використаних джерел

1. World economic outlook (weo) update july 2015. Slower growth in emerging markets, a gradual pickup in advanced economies [Text]. Release: strictly confidential in washington, d.c.: 9:00 a.m., july 9, 2015. – 4 p.
2. Freight transport for development toolkit: rail freight / 2009 the international bank for reconstruction and development [Text] / the world bank. Dfid. Usa, washington. – 2009. – 58 p.

3. The alternative – freight on rail. What can the railways do better? [Text] / no mega trucks campaign ~ wegework> wwedit cms 3.2.0. – Режим доступу: <http://www.nomegatrucks.eu/the-facts/the-alternative-rail-freight>.
4. Energy, transport and environment indicators [Text] / 2014 edition. Eurostat. Luxembourg: publications office of the european union, 2014. – 280 p.
5. Обзор морского транспорта 2013 год [Электронный ресурс]: издание организации объединенных наций. – Режим доступа: <http://unp.un/org/>.
6. Партнерство з метою підвищення конкурентоспроможності економіки України на 2013-2014 роки / звіт американської торгівельної палати в Україні. – Режим доступу: <http://chamber.ua/>.
7. Freight transport for development toolkit: road freight [text]/ the international bank for reconstruction and development / the world bank. Dfid. Usa, washington. – 2009. – 53 p.
8. Rail investments: status quo and future perspectives [Text] / philippe citroën director general, unife // strasbourg брошура 22 october, 2014. – 15 p.
9. Railway market analysis [Text] / bundesnetzagentur für elektrizität, gas, telekommunikation, post und eisenbahnen, bonn. – 2013. – 81 p.
10. Хусаинов, Ф.И. Экономические реформы на железнодорожном транспорте [Текст]: монография / Ф.И. Хусаинов. – М.: Издательский дом «Наука», 2012. – 192 с.
11. Бутько, Т.В. Формалізація процесу управління парком вантажних вагонів операторських компаній [Текст] / Т.В. Бутько, О.Е. Шандер // Восточно-европейский журнал передовых технологий. - 2014. - № 2(3). – С. 55-58.
12. Прохорченко, А.В. Концептуальні підходи до управління пропускнуою спроможністю залізничної інфраструктури в умовах конкуренції на ринку перевезень [Текст] / А.В. Прохорченко // Залізничний транспорт України. – 2013. – Вип. 3/4. – С. 63-65.

Рецензент д-р техн. наук, професор О.М. Огар

Андрій Володимирович Прохорченко, канд. техн. наук, доцент, кафедра управління експлуатаційною роботою, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-88. E-mail: railwayhub@yandex.ua.

Джгалієва Марина Валеріївна, магістрант, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-88. E-mail: uer_mp@ukr.net.

Andrii Prokhorchenko Ph.D., Associate Professor, Department of Management of operational work, Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-88. E-mail: railwayhub@yandex.ua.

Marina Djgalieva, Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-88. E-mail: uer_mp@ukr.net.

Наукова праця здана до друку 22.09.2015 р.

УДК 656.223

**АНАЛІЗ І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗЕРНОВИХ ВАНТАЖІВ
ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ УКРАЇНИ**

Д-р техн. наук О.В. Лаврухін, кандидати техн. наук Д.І. Мкртчян, О.М. Костенніков,
асист. С.П. Кануннікова, магістрант Ю.В. Церковнюк

**АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПЕРЕВОЗОК ЗЕРНОВЫХ ГРУЗОВ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ УКРАИНЫ**

Д-р техн. наук А.В. Лаврухин, кандидаты техн. наук Д.И. Мкртычян, А.М. Костенников,
ассист. С.П. Канунникова, магистрант Ю.В. Церковнюк

**ANALYSIS AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT CARRIAGE OF GRAIN CARGOES ON
RAILWAY TRANSPORT OF UKRAINE**

Dr. of techn. sciences O.V. Lavruhin, Ph.D D.I. Mkrtychyan, Ph.D O.M. Kostennikov,
S.P. Kanunnikova, master student Y.V. Tserkovnyuk

Аналіз показав, що неефективна система експлуатації вагонів-зерновозів, яка передбачає в основному повагонні відправки, призводить до збільшення обігу вагонів і зниження їх продуктивності. Таким чином, виникає необхідність зниження обороту вагонів-зерновозів, що можливо за рахунок удосконалення підходів в організації залізничних перевезень зернових вантажів з використанням математичного апарату і сучасних інформаційних технологій.

Ключові слова: залізничний транспорт, зернові вантажі, оборот вагона, експорт вантажів.

Анализ показал, что неэффективная система эксплуатации вагонов-зерновозов, которая предусматривает в основном повагонные отправки, приводит к увеличению оборота вагонов и снижению их производительности. Таким образом, возникает необходимость снижения оборота вагонов-зерновозов, что возможно за счет совершенствования подходов в организации железнодорожных перевозок зерновых грузов с использованием математического аппарата и современных информационных технологий.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, зерновые грузы, оборот вагона, экспорт грузов.

By 2021 Ukraine should become a world leader in grain exports and increase substantially oust their competitors in the market of wheat and feed. Nowadays elevator and port infrastructure marked by intensive development with the active involvement of investments to predict in the near future provision of increased amounts of data objects pass, and a high level of mechanization and intensity of handling in their conditions. However, not Ukrzaliznytsia plans to develop and renewal of inventory grain, primarily directing investments in renewal of wagons and locomotives, which also have a significant wear. Deficiency of grain during peak periods grain transportation from one side leads to additional costs associated with delays in the logistics supply chain, and the other - leaving potential for carriers to other modes of transport. Hence the need to reduce traffic-grain cars that may be due to improvement approaches in organization of rail transportation of grain cargoes using mathematical tools and modern information technologies.

Key words: railways transport, grain cargo, turnover car, export cargo.

Вступ і постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Стрімкий розвиток агровиробництва в Україні в останнє десятиліття стало можливо, у першу чергу, завдяки колосальному запасу потенціалу

природних ресурсів, а також впровадженню сучасних агротехнологій. Збільшення обсягів виробництва зернових та олійних культур в Україні є пріоритетним напрямком агропромислового комплексу нашої країни. Маючи серйозний потенціал збільшення

врожайності основних сільгоспкультур і створюючи привабливі умови для залучення інвестицій у галузь сільського господарства, Україна в останні роки все частіше ставить рекорди з валового збору зернових і олійних культур. За даними українського держкомстату, за останні 10 років експорт українського зерна зріс на 77 %. Так, у 2013 році в нашій країні був зібраний рекордний урожай зернових у 63,4 млн т, а за результатами 2013-2014 маркетингового року Україна увійшла до трійки лідерів з виробництва та експорту зерна з показником 32,3 млн т [9, 12]. За 5 місяців 2015 року навантажено 166 тис. вагонів-зерновозів, у яких перевезено 10,7 млн т зернових вантажів. Причому нині зернових навантажуються на 14,6 % більше, ніж за відповідний період минулого року [13].

Угода про асоціацію між Україною та Європейським Союзом [10] передбачає поглиблення співробітництва шляхом залучення українських суб'єктів господарювання до спільних науково-дослідницьких, комунікаційних та інформаційних проєктів, тому, враховуючи порівняно високий науково-технічний потенціал розвитку економіки України, можна очікувати зростання вітчизняного експорту зернових у країни

Європейського Союзу. Таким чином, з кожним роком все більше значення має транспортне забезпечення виробництва та експорту зерна різними видами транспорту.

Визначення мети та задачі дослідження. Провести аналіз перевезення зернових вантажів залізничним транспортом України.

Аналіз останніх досліджень. Розвиток експортних поставок зернових України та аналіз літератури [2, 6, 7, 8] засвідчує актуальність завдання визначення впливу транспортної складової на питання експорту української сільськогосподарської продукції.

Основна частина дослідження. На сьогоднішній день Україна є одним з вагомих гравців на світовому ринку зерна і має всі передумови для зміцнення своїх позицій. На тлі зростання виробництва зерна, олієнасіння та продуктів їх переробки в Україні експортна складова їх реалізації стає домінуючою. Загалом, за результатами 2012 року (рис. 1), обсяг експорту насипних сільськогосподарських вантажів досягнув рекордних 35,2 млн т. Середній показник за 5 останніх років (з 2008 по 2012 роки) досягнув 25,7 млн т, що практично в 2,5 разу перевершує аналогічний показник за 2003-2007 роки (10,5 млн т) [2].

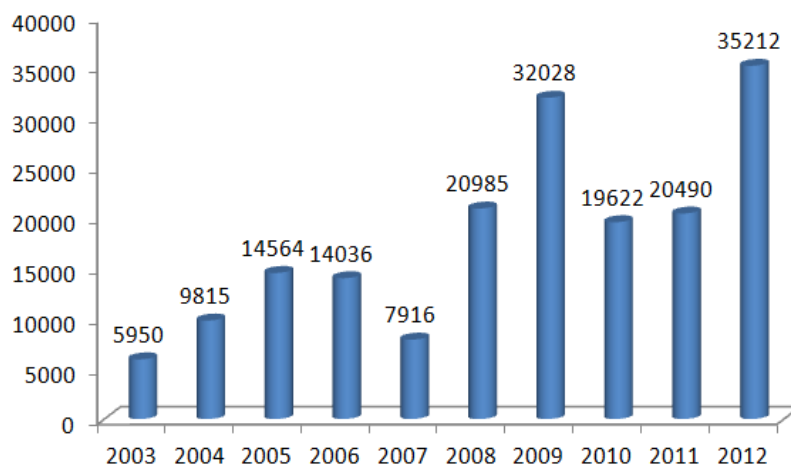


Рис. 1. Експорт насипних сільськогосподарських вантажів із України, тис. т

З урахуванням вищезазначеного, а також на основі прогнозного зростання виробництва і тенденцій у сегменті внутрішнього споживання вказаних видів сільськогосподарської продукції визначено темпи зростання експортної

складової: так, до 2025 року очікується експорт зернових і зернобобових культур на рівні 53,3 млн т, а насіння олійних культур – на рівні 4 млн т [2, 7].

Доставка зерна в морські порти здійснюється залізничним (близько 61 % експорту), автомобільним (близько 36 %) і водним транспортом (близько 3 %) [2]. Таким

чином, основні потоки зерна в порти для перевалки на експорт забезпечуються залізничним транспортом (рис. 2).

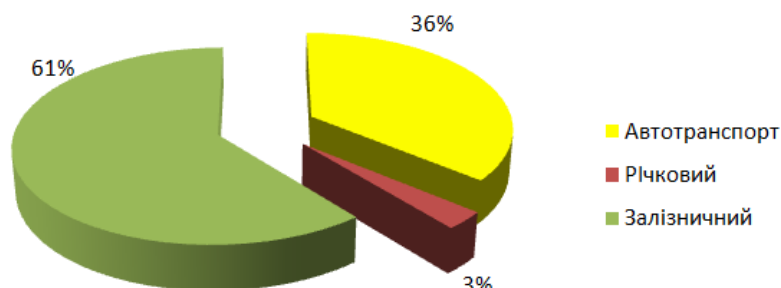


Рис. 2. Доставка сільськогосподарських вантажів у порти України

При цьому спостерігається сильний зв'язок між обсягами експорту зерна та обсягами його перевезень залізничним транспортом (коефіцієнт кореляції 0,97) [6]. Всього залізниці України в 2014 році перевезли 25,2 млн т зернових вантажів, що більше на 13 %, ніж у 2013 році (загальні ж обсяги залізничних перевезень в Україні знизилися у 2014 році на 11 %) [9].

У цей же час слід відзначити високий рівень зношеності вагонів-зерновозів. Інвентарний парк вагонів-зерновозів Укрзалізниці становить 11,5 тис., робочий парк зерновозів – 8650 вагонів, однак більше 20 %

інвентарного парку зерновозів перебуває за межами України [11]. Якщо розглядати вікову структуру вагонів-зерновозів у цілому, то на сьогодні близько 10 % вагонів вичерпали свій термін експлуатаційної придатності, а ще 59 % мають вік від 25 до 30 років. З урахуванням нормованого терміну експлуатації вагона-зерновоза 30 років з кожним роком їх кількість, придатних до експлуатації, буде стрімко знижуватися. Таким чином, парк вагонів-зерновозів в Україні можна охарактеризувати як застарілий і такий, що на 70 % вичерпав свою експлуатаційну придатність (рис. 3).

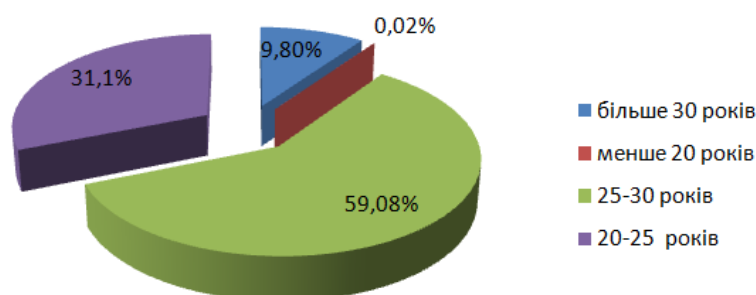


Рис. 3. Вікова структура вагонів-зерновозів

Ще одним вузьким місцем залізничних перевезень зерна є великий період обороту вагонів, у 2013 році оборот вагонів-зерновозів загального парку складав 11,48 доби [3]. Це призводить до затримок постачань вагонів під завантаження на елеватори, перевантажувальні потужності яких і без того не забезпечують належну інтенсивність завантаження.

Аналіз показує, що існуюча технологія експлуатації парку зерновозів демонструє свою неефективність, у т.ч. порівняно з перевезеннями автотранспортом. Так, в Україні оборот зерновоза на 25...30 % вище, ніж середній оборот вантажного вагона. При цьому тільки 17 % часу обороту зерновоз знаходиться безпосередньо в русі, а близько 42 % обороту займає простій на технічних станціях [8]. Значна частина часу припадає також на документальне оформлення вантажів, карантинний і фітосанітарний контроль, що в деяких випадках збільшує оборот зерновоза на 3-5 діб. До того ж у нинішніх умовах виникають ситуації, коли деякі заявки потребують першочергового навантаження, прискореної доставки або врахування вартості вантажу та ін. [13].

Одним з рішень даної проблеми є «робота маршрутами», що полягає в тому, що на елеваторах завантажуються не окремі вагони, які потім пристиковуються на станціях до складів, а повноцінні состави, які відразу прямують до пункту призначення. Слід зазначити, що в даний час зернові вантажі є єдиними масовими вантажами, які перевозяться переважно вагонними відправками: рівень відправницької маршрутизації становить близько 10 % (у США і Канаді маршрутні відправки зерна становлять 90-95 %) [1], але

для цього потрібна чітка взаємодія між залізницею та її партнерами, коли вантажні вагони відходять у порт чітко за розкладом, як пасажирські.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Говорячи про перспективи розвитку сегмента залізничних перевезень зернових вантажів, слід сказати, що з кожним роком його роль буде тільки зростати. До 2021 року Україна повинна стати світовим лідером зі зростання зернового експорту й істотно потіснити своїх конкурентів на ринку пшениці й фуражу [4]. На сьогоднішній день елеваторна і портова інфраструктура відзначена інтенсивним розвитком з активним залученням інвестицій, що дозволяє прогнозувати в найближчому майбутньому забезпеченість даними об'єктами збільшених обсягів перевалки, а також високий рівень механізації та інтенсивності вантажно-розвантажувальних робіт у їхніх умовах. Разом з тим Укрзалізниця не планує розвиток та оновлення парку інвентарних зерновозів, у першу чергу направляючи інвестиції в оновлення парку піввагонів і локомотивів, що також мають істотний знос. Дефіцит зерновозів у пікові періоди перевезень зернових призводить, з одного боку, до додаткових витрат, пов'язаних із затримками в логістичних ланцюгах поставок, а з іншого – до відходу потенційних перевізників на інші види транспорту. Таким чином, виникає необхідність зниження обороту вагонів-зерновозів, що можливо за рахунок удосконалення підходів в організації залізничних перевезень зернових вантажів з використанням математичного апарату і сучасних інформаційних технологій.

Список використаних джерел

1. "Русагротранс" за 5 лет планирует маршрутизировать до 40% перевозок зерна [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.finmarket.ru/z/news/interview.asp?id=1602104&rid=1>.
2. Анализ зерновой логистики Украины и предложения по ее модернизации [Текст] // Украинская зерновая ассоциация. – Днепропетровск: «АПК-Информ», 2013. – 88 с.
3. Залізничі збільшили перевезення зернових майже на третину [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://yearagoconomics.unian.ua/transport/930126-zalznitsi-zbilshili-perevezennya-zernovih-mayje-na-tretinu.html>.
4. Зерно є! Чим перевозити? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.agro-business.com.ua/mekhanizatsiia-apk/1748-zerno-ie-chym-perevozyty.html>.

5. Костенніков, О.М. Удосконалення технології регулювання рухомого складу для перевезення сезонних вантажів [Текст] / О.М. Костенніков, В.М. Запара, Д.І. Мкртичян, [та ін.] // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 112. – С. 123-128.
6. Мямлин, С.В. Проблемы и перспективы перевозки зерновых грузов железнодорожным транспортом в Украине [Текст] / С.В. Мямлин, Д.Н. Козаченко, Р.В. Вернигора // Залізничний транспорт України. – 2013. – № 2. – С.32-34.
7. Програма “Зерно України – 2015” [Текст]. – К.: ДІА, 2011. – 48 с.
8. Рустамов, Р.Ш. Оценка перспектив развития зерновой логистики в Украине [Текст] / Р.Ш. Рустамов // Зб. наук. праць ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна – Дніпропетровськ: ДНУЗТ, 2014. – Вип. 8. – С. 127-133.
9. Сайт державної служби статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
10. Угода про асоціацію між Україною та Європейським Союзом [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.kmu.gov.ua/kmu/control/ru/publish/article?art_id=246581344.
11. Украинское независимое информационное агентство новостей (УНИАН) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.unian.net>.
12. Україна увійшла до трійки найбільших експортерів зерна [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.eravda.com.ua/news/2014/07/28/478366>.
13. Укрзалізниця готова до перевезення зерна нового врожаю [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.uz.gov.ua/press_center/up_to_date_topic/403619.

Лаврухін Олександр Валерійович, д-р техн. наук, професор кафедри управління вантажною і комерційною роботою Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: 057-730-10-85.

Мкртичян Дмитро Ігорович, канд. техн. наук, доцент кафедри управління вантажною і комерційною роботою Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: 057-730-10-11.

Костенніков Олексій Михайлович, канд. техн. наук, доцент кафедри управління вантажною і комерційною роботою Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: 057-730-19-89. E-mail: alexeykostennikov@yandex.ru.

Кануннікова Світлана Петрівна, асистент кафедри управління вантажною і комерційною роботою Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: 057-730-10-85.

Церковнюк Юлія Василівна, слухач групи МЗ-ОПУТ-Б-13 Українського державного університету залізничного транспорту.

Olexander Valerievich Lavruhin Dr., professor of the chair Management of freight and commercial operation. Tel.:057-730-10-85.

Dmitry Igorovich Mkrtychyan Ph. D, associate professor of the chair Management of freight and commercial operation. Tel.: 057-730-10-11.

Kostennikov Olexiy Mikhaylovich, Ph. D, associate professor of the chair Management of freight and commercial operation. Tel.: 057-19-89. E-mail: alexeykostennikov@yandex.ru.

Kanunnikova Svetlana Petrovna, assistant of the chair Management of freight and commercial operation. Tel.: 057-730-10-85.

Tserkovnyuk Yulia Vasilievna, student of the group M3-ROM-B-13.

Наукова праця здана до друку 22.09.2015 р.

УДК 656.21

**АНАЛІЗ ВАРІАНТІВ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОБСЛУГОВУВАННЯ
ВАНТАЖНИХ ТРАНЗИТНИХ ПОЇЗДІВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ**

Канд. техн. наук Д.С. Лючков, магістрант Т.В. Олешко

**АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ОБСЛУЖИВАНИЯ
ГРУЗОВИХ ТРАНЗИТНИХ ПОЕЗДОВ В МЕЖДУНАРОДНОМ СООБЩЕНИИ**

Канд. техн. наук Д.С. Лючков, магістрант Т.В. Олешко

**IMPROVEMENT OF SERVICE TRANSIT TECHNOLOGY IN TRANS MESSAGE DETAIL OF
INTERNATIONAL - ONE OF THE VARIANTS INCREASE COMPETITIVENESS RAILROAD
TRANSPORT**

Candidate of techn D. Lyuchkov, master student T. Oleshko

Удосконалення технології обслуговування транзитного вагонопотоку в міжнародному сполученні – один із варіантів підвищення конкурентоспроможності залізничного транспорту. Основна мета даного виду перевезень – забезпечення безперевантажувальних перевезень у змішаному сполученні без тари або в полегшеному упакуванні від складу відправника вантажу до складу вантажоодержувача.

Однією з найважливіших переваг даного виду перевезень є збереження вантажів під час транспортування від відправника до одержувача різними видами транспорту та забезпечення принципу доставки вантажу «від дверей до дверей».

Корінне удосконалення організації транзитних перевезень у міжнародному сполученні може бути забезпечено завдяки чіткій взаємодії різних видів транспорту і вантажовласників, створенню системи спеціалізованих маршрутів для змішаних перевезень вантажів, введенню єдиного порядку обертання контейнерів і контрейлерів.

Ключові слова: транзитний вагонопоток, міжнародне сполучення, безперевантажні технології, змішані перевезення.

Совершенствование технологии обслуживания транзитного вагонопотока в международном сообщении – один из вариантов повышения конкурентоспособности железнодорожного транспорта.

Основная цель данного вида перевозок – обеспечение бесперегрузочных перевозок в смешанном сообщении без тары или в облегченной упаковке от склада грузоотправителя до склада грузополучателя.

Одним из главных достоинств данного вида перевозок является сохранение грузов во время транспортировки от отправителя к получателю различными видами транспорта и обеспечении принципа доставки груза «от двери до двери».

Коренное совершенствование организации транзитных перевозок в международном сообщении может быть обеспечено благодаря четкому взаимодействию различных видов транспорта и грузовладельцев, созданию системы специализированных маршрутов для смешанных перевозок грузов, введению единого порядка обращения контейнеров и контрейлеров.

Ключевые слова: транзитный вагонопоток, международное сообщение, бесперегрузочные технологии, смешанные перевозки.

The basic purpose of the given issues a transit. Provision besperehruzochnyh smeshannom Message Detail in transit without or in oblehchennoy tary packaging from warehouse to warehouse hruzopoluchatelya hruzootpravytelya.

One crucial dignity rest of this IZ publishes transit cargoes t javljaetsja Saving Time transportyrovky here for Sender Recipient razlychnymy types of transport and delivery of cargo Provision principle "from door to door."

Korennoe Improvement tranzitnykh transit organization in the Message Detail of International byt Can obespecheno Thanks to Rosary interaction DIFFERENT species of Transport and hruzovladeltsev , the creation system spetsyalyzirovannykh marshrutov smeshannykh for transit cargoes , Introduction uniform rotation order and konteynerov kontreylerov.

Keywords: *transit traffic volumes, the international message bezperegruzochnye technologies, multimodal transport.*

Вступ. На сьогодні залізничний транспорт України знаходиться на шляху євроінтеграції. Пріоритетними для Укрзалізниці є розвиток національної мережі міжнародних транспортних коридорів як найважливішої складової інтеграції в європейську й світову транспортну систему.

Слід зазначити, що максимальний ефект від створення та функціонування коридорів може бути досягнуто при зацікавленості країн-учасниць, інтеграції й синхронізації їхніх дій.

Невиправдані простой – одна з причин зниження конкурентоспроможності залізниць. Той же залізничний транспорт не реалізує свою основну перевагу – значно коротші відстані перевезення.

Найбільші втрати часу при обслуговуванні вантажних поїздпотоків виникають у роботі залізничних прикордонних переходів, через які проходять міжнародні перевезення. Тому постало питання, як усунути ці недоліки.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Міжнародні (транзитні) перевезення в Україні в сучасних умовах мають дуже великий резерв з пропускної спроможності. Вигідне географічне положення України на перехресті товарних сполучень між Заходом і Сходом, країнами Північної Європи та Близького Сходу за технічним станом дозволяє збільшити транзитний вагонопотік. Для участі в міжнародних перевезеннях Україна має 22,3 тис. км експлуатаційної протяжності магістральних залізниць. Електрифіковано 9,4 тис. км залізниць, якими виконується більш ніж 75 % обсягів перевезень. Пропускна спроможність залізничної мережі в основному у два-три рази більша за наявні обсяги руху.

Визначення мети та задачі дослідження. Метою роботи є проведення

аналізу варіантів удосконалення технології обслуговування транзитних поїздів і розроблення пропозицій щодо підвищення якості безперевантажної технології при перевезенні в міжнародному сполученні вантажів на основі використання сучасних технічних засобів. Завдання дослідження полягають у проведенні аналізу технічного оснащення і технології залізниць України, що дозволить запропонувати використання певних технічних засобів з метою підсилення заходів, спрямованих на усунення недоліків у технології та організації роботи залізниць при перевезенні вантажів у міжнародному сполученні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема удосконалення технології та технічного обслуговування транзитних поїздів знайшли відображення в роботах А.М. Новікової, Ю.Є. Пашенко, Ю.В. Дьоміна та інших. Але в даних роботах розглянуто окремі питання з удосконалення технічного рівня та технології роботи залізничного стикового пункту під час переходу з колії 1520 мм на колії європейських залізниць 1435 мм і навпаки.

Основна частина дослідження. Для забезпечення передавальної роботи Україна має 49 прикордонних залізничних пунктів пропускання, з них 22 залізничних, з яких 13 з західноєвропейськими країнами добре облаштовані: п'ять – з Польщею; три – зі Словаччиною; п'ять – з Румунією.

Прикордонні станції на переходах мають достатні резерви для пропускання транзиту в обох напрямках, облаштовані вантажним і складським обладнанням. Кожний перехід має вводи західноєвропейської колії. П'ять переходів мають пункти перестановки вагонів з однієї колії на іншу:

- Ягодин – Дорогуськ, де потужність 100 вантажних вагонів на добу;

- Чоп – Чиерна-над-Тисою – 40 пасажирських потягів на добу;

- Батове – Еперешки – 320 вантажних вагонів на добу.

Станції на мережі з близьким зарубіжжям – Білоруссю, Російською Федерацією і Молдовою – мають статус прикордонних, при цьому не маючи достатніх технічних і технологічних умов для виконання прикордонної передавальної роботи. З країнами СНД існує 33 залізничних переходи: п'ять – з Білоруссю; шістьнадцять – з Російською Федерацією; дванадцять – з Молдовою. Деякі з цих переходів у свій час були «законсервовані».

Нині між Україною та країнами СНД функціонує 20 залізничних пунктів пропускання, з числа яких на 12 переходах сумарні розміри руху становлять 10 і більше пар потягів на добу. З 20 функціонуючих переходів вантажні перевезення здійснювалися лише на 14, на 8 обсяги руху становлять п'ять і більше пар потягів на добу. Пасажирський рух виконується на 20 переходах, на 12 з них пропускається більш ніж п'ять потягів на добу.

Залізничні станції на західних кордонах у цілому добре технічно оснащені, але більшість з них не реконструювали 30-40 років, і достатньо розвинені для застосування прогресивних комбінованих перевезень, зокрема контрейлерних. Також ускладнює діяльність цих прикордонних переходів наявність двох типів колії – 1520 та 1435 мм. Це обумовлює необхідність перевантаження вантажів або перестановки вагонів із однієї колії на іншу, що потребує додаткових витрат часу і збільшення обертання вагонів у міжнародному сполученні.

На прикордонних станціях з країнами СНД проблеми технічного і технологічного характеру набагато складніші. Ці станції, що стали прикордонними, проектувалися та експлуатувалися за типовими технологічними процесами і технічно розпорядчими актами як проміжні, ділянкові та сортувальні міністерства шляхів сполучення. На сьогодні змінилися умови експлуатаційної роботи: звичайні станції перетворено на прикордонні з виконанням усіх митних процедур. У зв'язку з тим, що такі станції розташовані недалеко від державного кордону, на відстані 20 – 40 км, а деякі з них за 60-40 км (Коростень, Сарни, Ковель), то митні та прикордонні операції виконуються на технологічно взаємодіючих станціях –

прикордонних і міждержавних передавальних станціях. Для покращення технології транзитних перевезень доводиться використовувати на напрямках роз'їзди, обгінні пункти, інші об'єкти залізничного господарства, змінювати технологію роботи станцій.

Динаміка розвитку процесів в Україні така, що зростає товарообіг України з прикордонними країнами та обсяги експорту транспортних послуг. На сьогоднішній день прогнозувати ситуацію на транспортному ринку дуже важко, проте оптимістичні прогнози припускають зростання економіки, а разом з цим і збільшення потоків вантажів.

У загального обсягу міжнародних перевезень експорт та імпорт України в 2005 р. склали 55 %, транзитні перевезення Російської Федерації – 26 %, східноєвропейських і західних країн 16 %.

В експортних перевезеннях України головне місце займають руда – 40 %, чорні метали – 8 %, будівельні матеріали – 13 %.

В імпортних перевезеннях за останні роки значна частина "інших", більш цінних вантажів, із залізниці перейшла на автотранспорт, водночас значно зросли перевезення кам'яного вугілля з Польщі.

У загальному об'ємі імпорту на частку вугілля припадає близько 42 % загального обсягу.

У транзитних перевезеннях з Російської Федерації до західного кордону та чорноморських портів переважають руда – 20 % загального обсягу, вугілля – 14 %, лісові вантажі – 8 %. Слід зазначити, що останнім часом Російська Федерація докладает зусиль до зменшення транзиту українською територією, прагнучи перевести на напрямок Москва-Брест потоки до східноєвропейських країн.

У транзитних перевезеннях територією України найбільші обсяги припадають на сполучення Російська Федерація - Кавказ, Російська Федерація - Південна Європа (Румунія, Болгарія).

Основні обсяги зовнішньоторговельних і транзитних перевезень вантажів здійснюються по міжнародних коридорах Європа-Азія (№9), Гданськ-Одеса (№3).

На базі тенденцій розвитку зовнішньої торгівлі України, а також у контексті розвитку торговельних відносин між Європою та Азією визначено основні вантажопотоки, які тягнуть до прямування територією України, і

розроблено їх прогноз на подальшу перспективу.

Аналіз технології обслуговування міжнародних перевезень показує, що напрямом коридорів залежить від розташування міжнародних ринків збуту і споживання, розвитку нових економічних зон. Отже, не можна робити твердої прив'язки структури міжнародних перевезень до певного залізничного напрямку.

Технологія роботи з обслуговування поїздів, що прямують мережею МТК, повинна бути гнучкою та мобільною, щоб при мінімальних капітальних та експлуатаційних витратах обробка поїздів могла приносити прибуток.

Система з обслуговування міжнародних перевезень містить у собі багато великих сортувальних станцій і вузлів залізниць України. Але розташовувати спеціалізовані лінії з пріоритетного обслуговування на всіх цих станціях недоцільно.

Пропонується розташовувати такі лінії в місцях злиття або перетину транспортних ліній (Львів, Жмеринка, Козятин, Фастів, Одеса, Знаменка та ін.). Ці залізничні вузли є ключовими в системі обслуговування, на них буде йти основне навантаження з переробки вагонопотоку, що відбувається по залізницях України.

У таких вузлах перетину доцільно створити так звані консолідуючі центри (КЦ) за аналогією з російським досвідом створення таких комплексів. Центр являє собою комплекс, що забезпечує оперативну взаємодію всіх видів транспорту при організації міжнародних і змішаних перевезень. Складовими частинами КЦ є станції, пріоритетні лінії обслуговування, порти, термінали, транспортно-складські комплекси (ТСК), кошти керування та інформаційного забезпечення.

У створюваних центрах варто переробляти й розподіляти не тільки міжнародні, але і внутрішні міжрегіональні вантажопотоки, тобто структура не повинна бути відособленою від внутрішніх, міжрегіональних вантажопотоків України. Взаємодію міжнародних перевезень і міжрегіональних вантажопотоків доцільно здійснювати через КЦ із використанням як автомобільного, так і залізничного транспорту (магістрального і промислового) як домінуючого.

Можливість формування гнучкої структури обробки змішаних і міжнародних перевезень на основі розвинутої транспортної системи відкриває для України якісно нові перспективи створення ефективної системи організації поїздопотоків на залізницях України.

Пропонована технологія роботи передбачає такі варіанти обробки поїздів:

- під час перевезення масового вантажу (руда, вугілля, нафтопродукти) вагони повинні бути оснащені розсувними колісними парами вагонних візків для переходу з колії 1435 мм на 1520 мм (і навпаки), запропонованими іспанськими й болгарськими фахівцями і запроєктованими на основі типових європейських вантажних візків (типу Y-25 Lsd-2M), випробуваними у вагонних лабораторіях на Львівській залізниці. При обробці на передавально-прикордонній станції поїзди, обладнані розсувними колісними парами, повинні проходити через спеціальний технічний пункт, де буде проводитися розсування колісних пар, без зупинки поїзда. У вагонів, які не оснащені розсувними колісними парами, буде проводитися заміна колісних пар колії 1435 мм на 1520 мм і навпаки;

- контрейлерні поїзди по колії 1435 мм, заходячи на передавально-прикордонні станції (ППС) України, після обробки повинні направлятися на транспортно-складський комплекс (ТСК), де буде проводитися перевантаження на вітчизняний рухомий склад колії 1520 мм. Можливі варіанти, коли після перетинання кордону України та обробки на ППС з контрейлерних поїздів автофургони повинні вивантажуватися й далі прямувати українською територією своїм ходом до клієнта або до консолідуючого центру, де вони можуть бути завантажені знову на залізничні платформи для подальшого просування по заданих напрямках.

Консолідуючим центром є ТСК або технічна станція, розташована на перетинанні двох і більше транспортних коридорів;

- поїзди, які перевозять тарно-штучні вантажі та контейнери, будуть заходити на територію України по колії 1435 мм і проходити обслуговування на ППС, а потім розвантажуватися на транспортно-складських комплексах України (Ковель, Ягодин, Рава-Руська, Чоп, Ужгород). Потім вантаж перевантажується на вітчизняний рухомий

склад і направляється далі по території України.

Після обробки в прикордонних районах вантажні поїзди, що проходять по транспортних коридорах, не повинні підлягати розформуванню на внутрішніх сортувальних станціях, а повинні прямувати без зупинки до кінцевого пункту, зупиняючись тільки на технічних станціях для технічного та комерційного огляду, зміни локомотивів і локомотивних бригад.

Виключення складуть групові поїзди, які прямують по транспортних коридорах і підлягають переробці в залізничних вузлах, які є КЦ, де відбувається перетинання різних транспортних коридорів. У таких КЦ буде проводитися заміна груп вагонів у поїздах

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Використання нової технології для організації міжнародних перевезень вантажів дозволить значно скоротити час на перетинання кордону транзитним міжнародним вагонопотоком і зменшити економічні витрати на його пропускання. У майбутньому використання пропонованих технологій дозволить збільшити транзитні перевезення, відкрити нові транспортні ринки Європи для залізниць України, дасть можливість глибокої інтеграції у структури європейської співдружності, надходження до державного бюджету валютних коштів, закріплення на міжнародному транспортному ринку за Україною солідного сектора вантажопотоку, що впливає з країн Азії в Європу та навпаки.

Список використаних джерел

1. Соломаха, І.В. Проблеми і перспективи розвитку транзитних перевезень та підвищення якості транзитних послуг на залізницях України [Текст] / І.В. Соломаха // Зб. наук. праць студ. та магістрів. – Харків: Укр ДАЗТ, 2008. – Вип. 89. – С. 64-68.
2. Кірпа, Г.М. Інтеграція залізничного транспорту України у європейську транспортну систему [Текст]: монографія. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2004. – С. 190-193.
3. Железные дороги колеи 1520 мм [Текст]: СТН Ц-01-95. – М., 1995. – 86 с.
4. Безперевалочное грузовое сообщение [Текст] // Железнодорожный транспорт: Симпозиум в ЦНИИТЭИ МПС России. – 1996. – № 7. – С. 64-65.
5. Гайдаров, Н. Тележки с раздвижными колесными парами [Текст] / Н. Гайдаров // Бюл. ОСЖД. – 1992. – № 3-4. – С. 20-23.
6. Баритко, А.Л. Організація і технологія зовнішньоторгових перевезень [Текст] / А.Л. Баритко, П.В. Куренков // Залізничний транспорт України. – 1998. - №8. – С. 59-63.
7. Демин, Ю.В. Визначення сфери ефективності контрейлерних перевезень [Текст] / Ю.В. Демин [та ін.] // Залізничний транспорт України. – 1998. - №1. – С. 4-5.
8. Про транспортно-експедиторську діяльність [Текст]: закон України // Відомості Верховної Ради України. – 2007. - № 21. – С. 18-21.
9. Про залізничний транспорт [Текст]: закон України // Відомості Верховної Ради України. - 1996. - № 40. – С.46-51.
10. Салатов, К.Х. Міжнародні транспортні коридори [Текст] / К.Х. Салатов, А.В. Шобанов // Залізничний транспорт України. – 1998. - №1. – С. 2-5.
11. Мостовой, М.В. Покращення використання вагонів на вантажних станціях [Текст] / М.В. Мостовой, А.М. Котенко // Зб. наук. пр. / Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2004. – Вип. 62. – С.118-124.
12. Itermodal Transport Services Part F: Container Railway As MTO Industry Structure And Practices [Text]. – China. - October 2014.
13. Статут залізниць України [Текст]. – К.: Транспорт України, 1998. – 84 с.
14. Кірпа, Г.Н. Організація контрейлерних перевезень в Україні [Текст]: монографія / Г.Н. Кірпа. - Донецьк: Арт-Пресс, 1998. – 132 с.
15. Моніторинг економічних показників роботи залізниць України за період 2006-2008 рр. [Текст] // Зб. статист. показників. – 2009. – С. 30-53.

16. Альошинський, Є.С. Принципи логістичного дослідження роботи прикордонних передавальних станцій [Текст] / Є.С. Альошинський, Ю.В. Кіхтева // Восточно-европейский сборник передовых технологий; Укр.держ. акад. залізничн. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2007. – Вип. 1. – С. 110.

Рецензент д-р техн. наук, професор Є.С. Альошинський

Льочков Дмитро Степанович, канд. техн. наук, доцент, кафедра транспортних систем та логістики Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-19-55. E-mail: y.l_ds@gmail.com.
Олешко Тетяна Вікторівна, магістрант кафедри транспортних систем та логістики Українського державного університету залізничного транспорту. E-mail: oleshkotv@gmail.com.

Luchkov D.S., Ph.D., Department of Transport Systems and Logistics, Ukrainian State University of Railway Transport, tel.: (057) 730-19-55. E-mail:l_ds.

Oleshko T.V., master student of the Department of Transport Systems and Logistics Ukrainian State University of Railway Transport. E-mail: oleshkotv@gmail.com.

Наукова праця здана до друку 25.09.2015 р.

УДК 656.073

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ТИПІВ ВАГ НА СОРТУВАЛЬНІЙ СТАНЦІЇ

Канд. техн. наук Т.Ю. Калашнікова, магістрант А.В. Оніщук

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТИПОВ ВЕСОВ НА СОРТИРОВОЧНОЙ СТАНЦИИ

Канд. техн. наук Т.Ю. Калашнікова, магістрант А.В. Оніщук

THE IMPROVEMENT OF RAILWAY STATIONS, THROUGH MODERNISATION OF TECHNICAL DEVICES

Candidate of techn. sciences T.Y. Kalashnikova, graduate student A.V. Onischuk

Проведено дослідження можливості удосконалення роботи залізничної станції шляхом модернізації технічних пристроїв, а саме переобладнання існуючої вагової колії сучасними типами ваг «ДВ-200000».

Ключові слова: залізнична станція, модернізація, технічні пристрої, тензометричні ваги.

Проведено исследование возможности усовершенствования работы железнодорожной станции путем модернизации технических устройств, а именно переустройства существующего весового пути современными типами весов «ДВ-200000».

Ключевые слова: железнодорожная станция, модернизация, технические устройства, тензометрические весы.

A research on the possibility of improving the railway station through the upgrade of technical devices, namely the conversion of the existing weight gauge modern types of scales "DV-200000".

Keywords: railway station, modernization, technical devices, weighing-machine.

Вступ. Залізничний транспорт відіграє важливу роль у системі народного господарства країни.

В успішному вирішенні завдань повного задоволення потреб України у перевезеннях пасажирів і вантажів головна роль відводиться

залізницям і їх структурним підрозділам Державної адміністрації залізничного транспорту України. На залізничних станціях починається і завершується перевізний процес. На сортувальних станціях виконується основний обсяг переробки вагонопотоків. У зв'язку з цим підвищення рівня роботи сортувальних станцій повинно бути націлене на збільшення розмірів переробки і скорочення простою вагонів. Одним з основних резервів подальшого нарощування обсягів перевезень є удосконалення роботи залізничної станції шляхом модернізації технічних пристроїв, а саме впровадження нової техніки і технології, інтенсифікація використання наявних технічних засобів, прискорення обігу вагонів, покращення експлуатації локомотивів. Тому при розробленні технологічного процесу роботи сортувальної станції слід домагатися безперешкодного пропускання поїздів за рахунок усунення "вузьких" місць у технології роботи, удосконалення методів організації та просування поїздів, інтенсифікації станційних процесів. Слід також ширше використовувати можливості АСУ для прискорення станційних операцій. Необхідно підвищувати надійність роботи сортувальних станцій і скорочувати час перебування на них вагонів на основі раціонального використання колійного розвитку сортувальних парків, скорочення кількості повторних переробок вагонопотоків.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Ефективне функціонування залізничного транспорту, його конкурентоспроможність і входження в європейську і світову транспортну систему ускладнюються через ряд проблем галузі, які виникли внаслідок непослідовної економічної політики і накопичувалися протягом значного періоду економічної та політичної нестабільності в країні. Набирають сили небезпечні тенденції зниження якості пасажирських і вантажних перевезень, підвищення експлуатаційних витрат, зниження рівня прибутковості і конкурентоспроможності послуг, що надаються залізничним транспортом.

Удосконалення роботи залізничної станції шляхом модернізації технічних пристроїв дозволить залізничному транспорту адаптуватися до вимог ринку, скоротити витрати, підтримувати конкурентоспромож-

ність, стабілізувати фінансово-економічні результати роботи залізниць.

Тому постає актуальність питання ефективної організації системи модернізації технічних пристроїв на залізничному транспорті в народному господарстві, що зумовило огляд змісту і структури інноваційних процесів у світовій практиці.

Питанням теоретико-практичного аспекту інноваційних процесів займалися такі вчені, як І.С. Булатов, В.Ф. Гриньов, В.Л. Дикань [1], С.Д. Ільєнкова, Т.Ю. Калашнікова, Л.І. Кошкіна, А.Е. Хачатурова та ін. У своїх працях вони розглядають і виділяють етапи модернізації технічних пристроїв, але вихідний етап залишається недостатньо вивченим, що не дозволить на кожному наступному етапі ідентифікувати відповідність характеристик і заходів здійснюваних проєктів технічного удосконалення вимогам, обмеженням, цілям і завданням розвитку залізничного транспорту. Тож потребує подальшого вирішення проблема удосконалення роботи залізничної станції шляхом модернізації технічних пристроїв.

Визначення мети та задачі дослідження. Метою статті є проведення досліджень удосконалення технічного стану залізничної станції та розроблення шляхів, що дозволять підвищити якість її роботи на основі використання сучасних технічних засобів. Завдання дослідження полягають у виявленні шляхів удосконалення роботи залізничної станції.

Основна частина дослідження. Сучасна модель організації процесу удосконалення технічних пристроїв на залізниці характеризується використанням експертних систем, імітаційного моделювання, інтегрованих систем гнучкого виробництва і автоматизованого проєктування.

У процесі експлуатації початковий стан технічних пристроїв на залізниці зазнає впливів різних факторів (режими та умови роботи, кліматичні фактори та ін.), під дією яких вони втрачають свої первинні характеристики. Наслідком цього є низький рівень працездатності, порушення вимог безпеки, зниження експлуатаційної надійності і збільшення імовірності виникнення відмов. Використання таких об'єктів є економічно невиправданим, а питомі витрати на ремонт для найбільш зношеного обладнання можуть бути співвимірними чи навіть перевищувати витрати на модернізацію.

Незадовільною залишається ситуація з боку інвестиційної привабливості таких об'єктів. Причинами такого стану є неможливість фінансування проектів тільки за рахунок амортизаційних нарахувань, слабка зацікавленість інвесторів у вкладенні засобів для відновлення основних фондів.

В останні роки серед технічних пристроїв на залізничній станції спостерігається тенденція невпинного зростання кількості обладнання, що відпрацювало установлений термін служби, тобто перехід його у граничний стан, який характеризується нездатністю об'єкта виконувати основні функції, і подальша його експлуатація стає неможливою і технічно небезпечною через великий ризик виникнення технічних відмов. Така ситуація пояснюється зниженими обсягами введення нового обладнання, недостатніми темпами переоснащення, а також швидкими темпами фізичного та морального зносу діючого обладнання.

На підставі аналізу реального стану пристроїв станції 3 [2] можна зробити висновок, що при досить незначному періоді

своєї життєдіяльності вони стрімкими темпами наближаються до вичерпання свого ресурсу. Внаслідок цього збільшується кількість пошкоджень і відмов складових частин, порушується технологічний процес експлуатації.

Так, основними причинами відмов у роботі технічних пристроїв є низька якість обслуговування, механічні руйнування, браковані елементи. Велике занепокоєння в даному переліку викликає «обвальне» старіння. Для прикладу в період з 2008 по 2014 р. експлуатаційна довжина електрифікованих колій, що знаходяться в експлуатації понад нормативний термін служби (більше 40 років), зросла в 21,3 разу і становить 49,3 % загальної довжини.

Частка порушень нормального функціонування через знос у загальному розподілі порушень з кожним роком все більше зростає. Кількість порушень, викликаних старінням, у 2010 р. становила 2, натомість у 2014 р. – 7 випадків (рис. 1) [2].

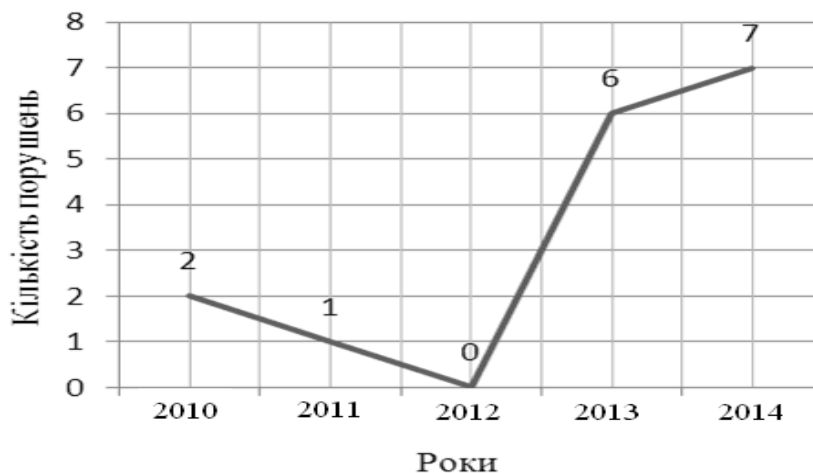


Рис. 1. Кількість пошкоджень пристроїв залізничної станції 3, що викликані старінням і зносом

Невпинно зростає і кількість технічних елементів з терміном служби понад 40 років, а виконання ремонтних робіт і темпи з їх заміни є недостатніми. Зокрема спостерігається значний спад робіт з заміни та модернізації: у 2010 р. кількість модернізованих одиниць становила 237 шт., у 2014 р. – лише 114 шт. (рис. 2).

За таких умов господарству необхідно буде близько 63 років для заміни вже

існуючого обладнання з понаднормативним терміном служби, не враховуючи того, що з кожним наступним роком кількість таких елементів збільшується.

Вирішити дану проблему можна шляхом збільшення обсягів діагностування та оновлення пристроїв, оскільки потреба в цьому в майбутньому може перевищити реальну спроможність залізниці.

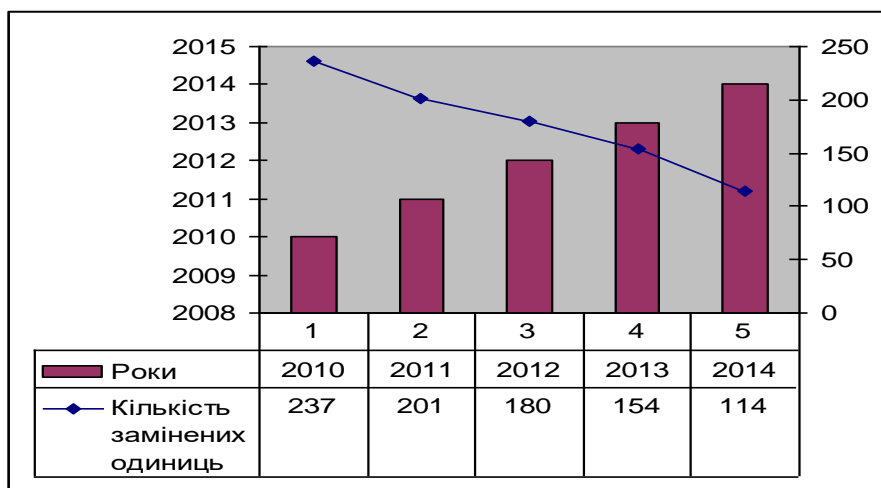


Рис. 2. Стан проведення модернізації технічних елементів на залізничній станції 3 з терміном служби понад 40 років

Загальний ступінь зносу основних фондів складає 58,2 %. Наявна ситуація вимагає прийняття рішень, які б могли виправити існуючий стан і попередити виникнення відмов і порушень пристроїв, що вичерпали термін своєї служби.

Сьогодні рівень технічного стану станції підтримується за рахунок проведення профілактичних ремонтів. А це означає, що вона ремонтується вибірково чи аварійно. За необхідності замінюється тільки частина зношеного обладнання або інших елементів. У цілому по господарству спостерігається тенденція зменшення обсягів виконання ремонтних робіт.

Неспроможність залізниці організувати належну та надійну експлуатацію технічних пристроїв пояснюється різноманітністю основних елементів, їх функціональним призначенням і різними термінами життєвого циклу.

Конструкція технічних пристроїв вимагає особливої системи модернізації технічного огляду та ремонту, яка могла б досить точно попереджувати появу масових відмов.

Серед існуючих систем для пристроїв залізничної станції 3 стають можливими системи модернізації за станом і наробітком, а не нормативні. Перші дві застосовуються для обладнання, інтенсивність відмов яких постійно зростає [3].

Для реалізації системи за наробітком необхідно постійно накопичувати дані про напрацювання, на основі яких виконується

планування робіт. Основною метою системи за фактичним станом є підвищення рівня надійності та зниження експлуатаційних витрат. При цьому, беручи до уваги реальний технічний стан конкретного об'єкта, призначаються спеціальні роботи з технічного обслуговування і пропонуються певні зміни в процесі експлуатації. Основою такої системи модернізації та удосконалення є прогнозування стану об'єкта та технічна діагностика, за результатами якої визначається необхідність проведення удосконалення, час виконання і об'єм робіт. Крім того, основними умовами застосування системи модернізації за станом є:

- висока функціональна значущість об'єктів при недостатньому ступені резервування;
- високий рівень експлуатаційної технологічності і ремонтпридатності;
- відмова пристрою в процесі експлуатації, що не дозволяє виконання подальшої роботи інших елементів, які входять до складу системи [4, 5, 6, 7].

Визначальними факторами для реалізації даної системи є фінансові витрати і прогнозування. Тому найбільш доцільним і перспективним застосування її буде тоді, коли економічні затрати не будуть відігравати такої великої ролі.

Одним із прикладів удосконалення роботи залізничної станції шляхом модернізації технічних пристроїв можна назвати удосконалення роботи ваг для зважування поїздів.

Так, у непарній горловині станції 3 встановлено тензометричні ваги для зважування поїздів непарного напрямку. Швидкість поїздів, що зважуються вагами, становить до 15 км/год. За таких умов транзитний поїзд без переробки проходить станцію за 10 хв. За 2013 р. від поїздів, що зважувались за показаннями ваг, відчеплено 712 вагонів, з яких після переважування на статичних вагах і перевірки на знеструмлених коліях підтвердились порушення в 38 вагонах, що складає 5,3 % ефективності.

Також з причин збоїв у роботі ваг не було зважено 2482 поїзди (12479 вагонів), що проходили ваги з відповідною швидкістю. Отже, робота тензометричних ваг по станції 3 зі зважування поїздів непарного напрямку не є ефективною.

Для покращення технології роботи станції по підсистемах і у взаємозв'язку з прилеглими дільницями [8, 9] необхідно здійснити демонтаж старих ваг і встановити нові ваги «ДВ-200000» для зважування вагонів і поїздів у русі, що дозволить здійснювати проходження поїзда по вагах зі швидкістю до 50 км/год. Після демонтажу старих ваг і встановлення нових «ДВ-200000» при швидкості до 50 км/год час на проходження транзитного поїзда через станцію буде складати 6 хв. Різниця в часі дорівнює 4 хв (0,06 год).

Модернізована конструкція дозволить принципово поліпшити технічні та експлуатаційні параметри, скоротити трудові і

часові витрати на установлення і подальше обслуговування ваг [6].

Вдосконалена модифікація класичних вагонних ваг для повісного зважування в русі матиме такі переваги:

- дозволить розвинути швидкість руху складу при зважуванні до 50 км/год, транзитна швидкість – без обмежень;

- низькопрофільна конструкція дозволяє встановлювати ваги у верхній будові залізничної колії, аналогічно до монтажу шпальних ґрат на щелепну основу;

- монтаж ваг робиться впродовж однієї робочої зміни за час технологічних перерв і без затримок вантажопотоків;

- можливість установлення на залізничних коліях, обладнаних ланцюгами СЦБ;

- дві ділянки зважування забезпечують високу точність і надійність роботи ваг;

- комплектація програмно-технічним комплексом;

- автоматизація і документування процесу зважування, контроль розподілу навантаження на борти і візки вагона;

- передача даних у комп'ютерну мережу підприємства.

Таким чином, удосконалення роботи залізничної станції, у тому числі за рахунок застосування сучасних типів ваг, надасть змогу поліпшити економічне становище і конкурентоспроможність як галузі, так і держави в цілому.

Список використаних джерел

1. Удосконалення механізмів реформування та розвитку залізничного транспорту в контексті реалізації структурних реформ в галузі. Аналітична записка [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.niss.gov.ua/articles/1662/>. – Загол. з екрана.
2. Капіца, М.І. Система утримування тягового рухомого складу з урахуванням його фактичного технічного стану [Текст] / М.І. Капіца // Промисловий та туристичний транспорт: зб. наук. праць. – Львів: Каменяр, 2014. – Вип. 5. – С. 74-80.
3. Спеціалізація та концентрація баз ремонту [Текст] / Ю.П. Бабич, М.П. Довбня, М.І. Капіца, Г.М. Кодола // Транспорт: зб. наук. праць.– Дніпропетровськ, 2014. – Вип. 12. – С. 3-6.
4. Дикань, В.Л. Забезпечення ефективності інноваційної діяльності підприємств залізничного транспорту [Текст]: монографія / В.Л. Дикань, В.О. Зубенко. — Харків, 2008 — 193 с.
5. Гринев, В.Ф. Инновационный менеджмент [Текст]: учеб. пособие / В.Ф. Гринев. – К.: МАУП, 2000. – 148 с.
6. Рекомендации по концепции планирования и управления капитальным ремонтом основных средств в процессе реформирования железнодорожного транспорта [Текст] / В.В. Анненков [и др.] // Вестник ВНИИЖТ. – 2003. – Вып. 3. – С. 13-16.

7. Галкин, А.Г. Теория и методы расчетов процессов проектирования и технического обслуживания контактной сети [Текст]: дисс... д-ра техн. наук / А.Г. Галкин. – М., 2003. – 370 с.

8. Калашнікова, Т.Ю. Модель забезпечення взаємодії функціонування системи "депо - станція - перегін" [Текст] / Т.Ю. Калашнікова // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2002. - №2. – С.67-69.

9. Калашнікова, Т.Ю. Посилення умов взаємодії роботи підсистем технічної станції між собою та з прилеглими дільницями [Текст] / Т.Ю. Калашнікова, Л.В. Свиридчук // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 120. – С. 44-47.

Рецензент д-р техн. наук, професор О.М. Огар

Онiшук Андрій Владиславович, магістрант ІППК. Тел.(098) 837-83-05. E-mail: andrejonisuk614@gmail.com.

Калашнікова Тетяна Юрiївна, канд. техн. наук, доцент кафедри управління експлуатаційною роботою Українського державного університету залізничного транспорту. Тел. (066)441-50-42 e-mail: bulavina_ty@ukr.net.

Onischuk Andrei Vladislavovich, Listener IPPK. Tel. (098) 837-83-05 e-mail: andrejonisuk614@gmail.com

Kalashnikova Tetyana Yuriyevna, PhD. Of tehn. Sciences, Associate Professor of Management of operational work of the Ukrainian State University of Railway Transport. Tel. (066)441-50-42 e-mail: bulavina_ty@ukr.net.

Наукова праця здана до друку 29.09.2015 р.

УДК 658.012

АНАЛІЗ МЕТОДИЧНИХ ПІДХОДІВ ДО ОЦІНКИ ІННОВАЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ НАУКОВИХ ОРГАНІЗАЦІЙ

Магістрант І.В. Измайлова

АНАЛИЗ МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Магістрант І.В. Измайлова

ANALYSIS OF METHODOLOGICAL APPROACHES TO ASSESSING INNOVATIVE POTENTIAL OF SCIENTIFIC ORGANIZATIONS

Master student I.V. Izmaylova

Стаття присвячена питанням оцінки інноваційного потенціалу наукових організацій. В роботі проаналізовано праці науковців з питань дослідження оцінки інноваційного потенціалу підприємств на сучасному етапі соціально-економічного розвитку. Зроблено огляд актуальних підходів до оцінки інноваційного потенціалу, наведено їх недоліки. Визначено, що діагностика інноваційного потенціалу наукових організацій повинна носити комплексний характер.

Ключові слова: інноваційний потенціал, інновації, оцінка, методи оцінки, наукові організації.

Статья посвящена вопросам оценки инновационного потенциала научных организаций. В работе проанализированы труды ученых по вопросам исследования оценки инновационного потенциала предприятий на современном этапе социально-экономического развития. Сделан обзор актуальных подходов к оценке инновационного потенциала, приведены их недостатки. Определено, что диагностика инновационного потенциала научных организаций должна носить комплексный характер.

Ключевые слова: *инновационный потенциал, инновации, оценка, методы оценки, научные организации.*

The article is devoted to the evaluation of innovative potential of scientific organizations. Innovation potential is the core of the overall capacity of the organization, the constituent elements of which is industrial-technological, scientific, technical, financial and economic, personnel, organizational and management capacity, as well as the degree of readiness of the organization to innovate. The problem of estimation is the lack of assessment of complex research, methodological development and conceptual approaches to the assessment of the innovative capacity and efficiency of its use. This article analyzes the works of scientists for research evaluation of innovative potential of the organization. A review of current approaches to the assessment of innovative potential, will bring them disadvantages. Comparative analysis techniques indicate their variety of methodological basis of the research and innovation potential assessment methods. The most common group of three assessment methods: point scoring, evaluation on the basis of statistical, quantitative data, a mixed assessment option. The approach to assessing the innovative potential of scientific activity. It was found that the diagnosis of the innovation potential of research institutions should be integrated. Objective assessment of the value of the innovation potential can be achieved with the correct selection of indicators to characterize the complex potential on various grounds.

Keywords: *innovative potential, innovation, evaluation, assessment methods, scientific organizations.*

Постановка проблеми, її зв'язки з науковими та практичними завданнями. Тенденції розвитку інноваційної діяльності свідчать про те, що в даний час йдуть паралельні процеси розширення коопераційних зв'язків бізнесу з науковими організаціями. Наукове співтовариство поступово усвідомлює, що тільки перетворення завершених наукових робіт у сфері нововведень в товар або технологію має своїм наслідком збільшення доходів працівників науково-дослідних установ, а також покращення фінансового становища самих цих організацій. Законодавчим документом, що регламентує правові, організаційні та фінансові засади функціонування і розвитку науково-технічної сфери, є Закон України "Про наукову і науково-технічну діяльність" [1]. Водночас правові та організаційні засади цілісної системи формування та реалізації першочергових напрямів розвитку науки і техніки в Україні задекларовані в Законі України "Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки" [2]. Проте, на жаль, вітчизняна наука характеризується низьким рівнем інноваційної активності та повільним впровадженням сучасних організаційних форм і методів. Небагато наукових організацій України мають сильний інноваційний потенціал, але ще менше можуть ефективно його використовувати. Проблема пов'язана у тому числі і з відсутністю комплексних досліджень, методологічних розробок і концептуальних підходів до оцінки інноваційного потенціалу та ефективності його

використання. Зважаючи на ці причини, дослідження інноваційного потенціалу наукових організацій є актуальним завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій та виділення невирішених частин загальної проблеми. Питання розвитку інноваційних процесів, інноваційних стратегій, а також питання, що стосуються інноваційного потенціалу висвітлені в працях вітчизняних і зарубіжних вчених: В.Л. Диканя, І.В. Воловельської, В.Я. Горфінкеля, Є.Н. Ільченко, С.В. Лабунської, В.М. Момот, А.Н. Приходька, Р.А. Фатхутдінова, Б.Н. Чернишева та багатьох інших [4-6, 8, 9, 12]. Основну увагу дослідники приділяли питанням структури інновацій та інноваційного процесу, організації та управління інноваційною діяльністю, а також питанням, пов'язаним з управлінням знаннями. Водночас існуючі методики оцінки інноваційного потенціалу не повною мірою досліджені, поза увагою лишається багато важливих аспектів, що знижує ефективність інноваційної діяльності наукових організацій.

Актуальність і практична значущість проблеми, її недостатня наукова розробленість визначили вибір мети дослідження.

Мета статті полягає у визначенні структури та дослідженні існуючих методичних підходів щодо оцінки інноваційного потенціалу наукових організацій.

Виклад основного матеріалу дослідження. Вивчення наукової літератури дозволяє виділити декілька найбільш поширених

трактувань поняття «інноваційний потенціал» вченими, що спеціалізуються на цій тематиці:

1) накопичення певної інформації про результати науково-технічних робіт, винаходів, проектно-конструкторських розробок, зразків нової техніки і продукції [3];

2) система факторів і умов, що спрощують дійсність, звужують сферу застосування та є необхідними для здійснення інноваційного процесу [9];

3) здатність підприємства створювати нову вартість шляхом залучення всіх його наявних матеріальних і нематеріальних активів з метою його інноваційного розвитку [8].

На основі дослідження наукових підходів до трактування інноваційного потенціалу різними вченими зробимо висновок, що інноваційний потенціал можна розглядати як у широкому, так і у вузькому сенсі.

В широкому сенсі – це відносини, що виникають на макрорівні між учасниками інноваційної діяльності, спрямовані на досягнення базових цілей підприємства, які трактуються в його стратегії розвитку при наявності інноваційних можливостей.

У вузькому сенсі інноваційний потенціал підприємства – це засоби і можливості підприємства, які застосовуються у сукупності для впровадження нововведень відповідно до базових цілей розвитку підприємства [10].

Інноваційний потенціал формується з двох основних матеріальних і нематеріальних складових: інноваційний потенціал матеріальних ресурсів; інтелектуальний потенціал. Кожен з елементів інноваційного потенціалу підлягає впливу різних факторів і залежно від рівня розвитку може бути віднесений до сильних або слабких сторін підприємства. Оцінка інноваційного потенціалу дозволяє, насамперед, проаналізувати фінансову стійкість підприємства до інноваційного розвитку [8].

Порівняльний аналіз методик, запропонованих в економічній літературі [5- 7, 11, 12], вказує на їх різноманітність як за методологічним обґрунтуванням системи дослідження, так і за методом оцінки інноваційного потенціалу. Одні вчені і фахівці віддають перевагу бальним, переважно експертним методам оцінки факторів, інші використовують для цієї мети статистичні, кількісні дані. Враховуючи, що ряд факторів, які характеризують інноваційний потенціал

підприємства, не піддаються кількісному вимірюванню, в деяких методиках використовується змішаний варіант.

Прикладом використання експертних оцінок є методика, запропонована в роботах В.Я. Горфінкеля, Б.Н. Чернишева, Р.А. Фатхутдінова [5, 12]. Основою даної методики оцінки інноваційного потенціалу є діагностика або аналіз внутрішнього середовища підприємства. Елементи, які діагностуються, включають до себе продуктивний, функціональний, ресурсний, організаційний блоки та блок управління. Недоліками експертних методів оцінювання інноваційного потенціалу організацій є відсутність визначення його інтегральної оцінки, значний рівень суб'єктивності, обмеженість використовуваних параметрів оцінювання.

Інші автори [7, 11] пропонують визначати інноваційний потенціал за допомогою системи розрахункових показників, яка дозволяє виключити суб'єктивність експертних оцінок. Даний підхід дозволяє адекватно оцінити стан і готовність підприємства до інноваційного перетворення, проте має ряд недоліків: відсутність критеріальних значень показників оцінки [11], великий обсяг розрахункових даних, складність розрахунків [7].

Змішаний варіант оцінювання інноваційного потенціалу організації запропоновано в роботі [6]. Системно-діагностичний підхід ґрунтується на методі експертних оцінок та використанні розрахункових коефіцієнтів при аналізі найважливіших параметрів (фінансово-економічних). При всій комплексності методики оцінювання за умови її застосування аналізується занадто великий обсяг інформації, багато показників характеризують загальний потенціал підприємства, а не інноваційний.

Значний інтерес викликає підхід до визначення структури інноваційного потенціалу наукової організації та оцінки його рівня, запропонований в роботі [8]. Під інноваційним потенціалом науково-дослідного інституту (НДІ) автори розуміють сукупність науково-технічних, технологічних, інфраструктурних, фінансових, правових, соціокультурних та інших можливостей забезпечити сприйняття і реалізацію нововведень, тобто отримання інновацій. Складовими інноваційного потенціалу НДІ є науково-технічний, виробничо-технологічний, кадровий потенціал.

Оцінка інноваційного потенціалу наукової діяльності повинна складатися з чотирьох частин:

1) стан інфраструктурних можливостей самої організації, які забезпечують проходження нововведенням всіх етапів інноваційного циклу;

2) рівень інноваційної культури, що характеризує ступінь сприйнятливості нововведень персоналом організації;

3) зовнішні та внутрішні чинники, що відображають взаємодію інноваційного потенціалу з іншими частинами загального потенціалу НДІ та впливають на успішність здійснення інноваційного циклу;

4) для характеристики інноваційного потенціалу НДІ можна ввести поняття «заділ науково-технічних розробок і винаходів». Власне, цей заділ є, з одного боку, підсумком НДДКР самої організації, з іншого – відображає його коопераційні та інші зв'язки з партнерами, які виконують подібні розробки за договором або пропонують їх через вільний продаж ліцензій на ринку [8].

Заділ науково-технічних розробок і винаходів як структурна частина інноваційного потенціалу має такі характеристики:

- показники завершення НДДКР власними силами промислових підприємств і науково-технічних організацій;

- наявність патентної служби на підприємстві; наявність отриманих патентів, об'єктів авторського права, права на промисловий зразок, виробничі секрети (ноу-хау), зареєстровані товарні знаки, знаки обслуговування за результатами виконаних НДР;

- маркетинговий досвід, реакція підприємства, клієнтурна база, прихильність споживачів, ліцензійні угоди;

- комунікаційні мережі, інформаційні технології, партнерські відносини з постачальниками і посередниками (логістичний ланцюг поставок).

Всі частини загального потенціалу тісно пов'язані між собою. Ефективна реалізація загального потенціалу залежить від стану як кожної з його частин, так і їх взаємодії. Саме

збалансованість частин загального потенціалу є основною умовою повної його реалізації, оскільки відставання однієї з них виступає стримуючим фактором [8].

Висновки. Інноваційний потенціал – системний показник, що характеризує ступінь готовності і здатності організації до випуску конкурентоспроможної інноваційної продукції. Аналітичний огляд публікацій з даної проблематики показав багатозначність визначення категорії «інноваційний потенціал» у різних авторів, яка пов'язана з розглядом її окремих боків, що виступають як об'єкт дослідження.

Важливою проблемою методичного забезпечення оцінки інноваційного потенціалу підприємства є визначення складу оціночних показників. Інноваційний потенціал є ядром загального потенціалу організації, складовими елементами якого є виробничо-технологічна, науково-технічна, фінансово-економічна, кадрова, організаційно-управлінська служби з їх потенціалами, а також ступінь готовності організації до інновацій.

Єдиний універсальний метод оцінки інноваційного потенціалу наукової організації неможливо розробити, оскільки на результати інноваційної діяльності впливає величезна кількість різноманітних факторів, що не піддаються кількісній оцінці. У зв'язку з цим оцінка інноваційного потенціалу організацій, у тому числі і в науковій сфері, повинна носити комплексний характер. Об'єктивність оцінки величини інноваційного потенціалу може бути забезпечена лише при правильному виборі системи показників, які дозволяють в комплексі характеризувати потенціал за різними ознаками. При цьому необхідно прагнути до того, щоб якомога більше показників було визначено кількісно.

Практичне значення мають подальші дослідження, націлені на обґрунтування процедур прийняття управлінських рішень щодо вибору виду інновацій на основі інтегрального показника інноваційного потенціалу організації.

Список використаних джерел

1. Про наукову та науково-технічну діяльність [Електронний ресурс]: закон України від 13.12.1991 р. № 1977-ХІІ. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1977-12/page>.

2. Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки [Електронний ресурс]: закон України від 11.07.2001 р. №2623-III. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2623-14>.
3. Возбранная, Т.В. Инновационный потенциал как элемент стратегического развития предприятия [Текст] / Т.В. Возбранная, Л.П. Кириченко // Вестник Бурятского государственного университета. – 2011. - №2. – С. 149-152.
4. Дикань, В.Л. Выбор инновационной стратегии предприятия на основе расчета его инновационного потенциала [Текст] / В.Л. Дикань, И.В.Воловельская // Вісник економіки транспорту і промисловості. – 2008. - №21. – С. 11-15.
5. Инновационный менеджмент [Текст]: учебник / под ред. проф. В.Я.Горфинкеля, проф. Б.Н. Чернышева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Вузовский учебник, 2008. – 464 с.
6. Лабунская, С.В. Комплексная оценка и анализ инновационного потенциала промышленных предприятий [Текст] / С.В. Лабунская // Маркетинг і менеджмент інновацій. – 2014. – №3. – С.102-112.
7. Лаптева, Е.А. Проблемы оценки инновационного потенциала промышленных предприятий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.uecs.ru/uecs68-682014/item/3027-2014-08-26-13-14-10>.
8. Момот, В.М. Метод оценки инновационного потенциала научной деятельности [Текст] / В.М. Момот, Е.Н. Ильченко // Бизнес-Информ. – 2012 – №31. – С.64-67.
9. Приходько, А.Н. Методика оценки деятельности структурного подразделения вуза [Текст] / А.Н. Приходько // Фундаментальні дослідження. – 2010. - №12. – С. 37-41.
10. Сорокина, Г.П. Диагностика научного потенциала организации [Текст] / Г.П. Сорокина // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. – 2012. – Вып. 2, т. 3. – С. 198-202.
11. Шляхто, И.В. Оценка инновационного потенциала промышленного предприятия [Текст] / И.В. Шляхто // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2006. – №1 (9). – С. 109-115.
12. Фатхутдинов, Р.А. Инновационный менеджмент [Текст]: учебник для вузов. – 6-е изд. – СПб.: Питер, 2008. – 448 с.

Рецензент д-р екон. наук, професор В.Л. Дикань

Ізмайлова Інна Володимирівна, слухач НН ІППК Українського державного університету залізничного транспорту, старший інспектор відділу кадрів Інституту проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України. E-mail: irasahsa.mi@mail.ru.

Izmaylova Inna Vladimirovna, the listener NN Institute of Ukrainian state University of railway transport, chief inspector HR of I A.N. Podgorny Institute for mechanical engineering problems. E-mail: irasahsa.mi@mail.ru.

Наукова праця здана до друку 17.09.2015 р.

УДК 331.108.2

МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ ОРГАНІЗАЦІЇ

Д-р екон. наук Л.О. Позднякова, магістрант Д.О. Білецька

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ ОРГАНИЗАЦИИ

Д-р екон. наук профессор Л.А. Позднякова, магистрант Д.А. Белецкая

METHODOLOGICAL PRINCIPLES OF HUMAN RESOURCE MANAGEMENT ORGANIZATION

D-r econ. s. Pozdnyakova, Master's student D.O. Biletska

Стаття присвячена визначенню головних загальних методів і принципів управління, вивченню філософій організацій країн світу та дослідженню системи управління персоналом організації.

Ключові слова: організація, персонал, метод, принцип, система, управління.

Статья посвящена определению главных общих методов и принципов управления, изучению философий организаций стран мира и исследованию системы управления персоналом организации.

Ключевые слова: организация, персонал, метод, принцип, система, управление.

The article is devoted to defining common methods and main principles of HR management, learning organizations philosophies countries and research management staff of the organization.

Keywords: organization, personnel, methods, principles, system, management.

Вступ. В сучасному світі управління персоналом відіграє дуже важливу роль у розвитку суспільства, оскільки від правильного підходу до управління робітничим колективом залежить управління організацією в цілому. За допомогою людських ресурсів керівники досягають поставлених цілей та завдань, використовуючи працю, інтелект і мотиви поведінки інших людей. У зв'язку з цим оволодіння основами організації процесу управління персоналом набуває особливої актуальності.

Постановка проблеми у загальному вигляді, її зв'язок із науковими та практичними завданнями. Управління персоналом організації повинне будуватись з урахуванням загальної філософії управління персоналом. Управління персоналом організації – цілеспрямована діяльність керівного складу організації з розробки концепції і стратегії кадрової політики, принципів і методів управління персоналом.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Значний внесок в теорію управління персоналом зробив вчений В.М. Колпаков, який у своїй праці

„Стратегическое самоопределение руководителя как фактор функционирования и развития персонала” зазначає основні напрями діяльності керівника для досягнення поставлених цілей і завдань, вдосконалюючи при цьому систему управління персоналом (СУП).

Вдосконалення управління персоналом досліджував автор В.Н. Косик. В. Домюк у своїх статтях звертає увагу на роль і місце персоналу в процесі управління підприємством, розглядає різні підходи до процесу управління персоналом. Дослідження з питань організації праці і управління персоналом успішно проводили П.М. Керженцев, П.О. Попов, О.А. Єрманський, О.Ф. Розмирович, М.А. Вітке та ін.

Також існує ряд вчених, які велику увагу приділяють управлінню персоналом, – це Д. Ангелін, Десслер Гарі, А.П. Єгошин. Вони розробляють підходи до управління персоналом, методи та досліджують їх застосування на практиці.

Визначення мети та завдання дослідження. Привести до дії організовану систему, щоб отримати потрібний результат, можливо лише шляхом впливу на неї керівного

органу чи особи. Для цього необхідні певні інструменти впливу, які використовуються менеджерами для активізації ініціативи і творчості персоналу фірми й забезпечують досягнення поставлених перед організацією цілей. Такими інструментами є методи управління.

В основі методології управління персоналом лежать такі питання, як філософія організації, філософія управління персоналом, сутність і завдання розглянутого наукового напрямку.

Методи посідають особливе місце в управлінні, оскільки на їхній основі відбувається взаємне збагачення теорії і практики управління. За допомогою методів управління керівна система встановлює правила дій та поведінки, що є обов'язковими для всіх керованих об'єктів, які безпосередньо підпорядковуються цій системі, узгоджує, об'єднує, координує і регулює їхню діяльність у часі та просторі, забезпечує безперервний і ритмічний розвиток у певному напрямку, виходячи з поставлених завдань і цілей.

Отже, метою дослідження є дослідження основних методів управління персоналом та філософій організацій країн світу, для можливості використання світового досвіду у вдосконаленні методів вітчизняного управління.

Також питаннями, на які слід знайти відповіді під кутом зору мети публікації, є:

- головні елементи змісту процесу управління;
- закономірності управління персоналом;
- побудова системи управління персоналом організації;
- визначення цілей системи управління.

Вищеперелічене забезпечить остаточне формування знань про головні засади управління організацією.

Основна частина дослідження. Філософія організації як сукупність цілей і правил поведінки співробітників виникла в Японії у великих компаніях Mitsubishi, Toyota, Sony, а потім одержала широке поширення у США в компаніях IBM, General Motors, McDonald's.

У США існує Бюро бездоганного бізнесу (БББ) – недержавна, некомерційна організація, що існує за рахунок членських внесків і яка надає послуги і програми покупцям і виробникам. Членами БББ стають фірми, що

розділяють принципи діяльності цієї організації, тобто прагнуть етичного і чесного бізнесу та приймають ідею добровільного саморегулювання. БББ – це об'єднання провідних компаній, що виробляють стандарти або кодекси поведінки і стежать за їхнім виконанням як з боку членів БББ, так і інших учасників ринку. Членство в БББ є вираженням філософії організації.

У США діють регіональні об'єднання, є національна рада БББ, до якої входять відомі фірми і місцеві бюро. Інформація прихильників бездоганного бізнесу постійно з'являється у всіх телевізійних і радіомовних програмах, 94% американців знають, поважають і вірять БББ. Тому членство в організації – серйозна додаткова реклама, показник того, що фірма піклується про свою репутацію. Якщо фірма ігнорує почесну можливість стати членом БББ, це наводить на міркування. Бюро допомагає покупцям: надає інформацію про компанії, що їх цікавлять.

На основі філософії організації розробляється філософія управління персоналом. Філософія управління персоналом – філософсько-понятійне осмислення сутності управління персоналом, його виникнення, зв'язку з іншими науками, з'ясування ідей і цілей, що лежать в основі управління персоналом. Сутність філософії управління персоналом організації полягає в тому, що працівники мають можливість задовольняти свої особисті потреби, працюючи в організації. Адміністрація завойовує відданість персоналу організації і витрати на створення таких умов неодмінно окупаються.

Сьогодні існують декілька філософій управління персоналом, що будуються з урахуванням національних особливостей: англійська; європейська; американська і японська.

Англійська філософія ґрунтується на традиційних цінностях нації і теорії людських відносин. Вона передбачає повагу особистості працівника, щире доброзичливість, мотивацію працівників і заохочення досягнень, забезпечення високої якості робіт і послуг, систематичне підвищення кваліфікації, гарантії гідного заробітку.

У європейській філософії управління персоналом розглядається як безперервний процес, який складається з окремих функцій. Саме нею були сформульовані такі жорстокі

принципи, як поділ праці, визначення повноважень і відповідальності, єдиноначальність у системі управління і т.п.

Американська філософія побудована на традиціях конкуренції і заохочення індивідуалізму працівників з чіткою орієнтацією на прибуток компанії і залежність особистого доходу від неї. Характерними є чітка постановка цілей і завдань, високий рівень оплати персоналу, заохочення споживчих цінностей, високий рівень демократії в суспільстві, соціальні гарантії.

Японська філософія базується на традиціях поваги до старшого покоління, колективізму, загальної згоди, ввічливості і патерналізму. Переважає теорія людських відносин і відданість ідеалам фірми, довічний найм співробітників у великих компаніях, постійна ротація персоналу, створення умов для ефективної колективної праці.

Методологія управління персоналом припускає розгляд сутності персоналу організації як об'єкта управління, процесу формування поведінки індивідів, що відповідає цілям і завданням організації, методів і принципів управління персоналом.

Система управління персоналом припускає формування цілей, функцій, організаційної структури управління персоналом, вертикальних і горизонтальних функціональних взаємозв'язків керівників і фахівців у процесі обґрунтування, виробітку, прийняття і реалізації управлінських рішень.

Технологія управління персоналом припускає організацію наймання, відбору, прийому персоналу, його ділову оцінку, профорієнтацію й адаптацію, навчання, управління його діловою кар'єрою і службово-професійним просуванням, мотивацію й організацію праці, управління конфліктами і стресами, забезпечення соціального розвитку організації, вивільнення персоналу та ін.

Зміст процесу управління персоналом зводиться до таких елементів:

- 1) наймання, відбір і прийом персоналу;
- 2) ділова оцінка персоналу при прийомі, атестації і відборі;
- 3) профорієнтація і трудова адаптація;
- 4) мотивація трудової діяльності персоналу і його використання;
- 5) організація праці і дотримання етики ділових відносин;
- 6) управління конфліктами і стресами;

- 7) забезпечення безпеки персоналу;
- 8) навчання, підвищення кваліфікації і перепідготовка кадрів;
- 9) управління нововведеннями в кадровій роботі;
- 10) управління діловою кар'єрою;
- 11) управління поведінкою персоналу в організації;
- 12) управління соціальним розвитком;
- 13) вивільнення персоналу.

Виділяють сім закономірностей управління персоналом організації.

Перша закономірність – відповідність системи управління персоналом цілям, особливостям, стану і тенденціям розвитку виробничої системи. Чим складніше друга, тим складніше перша. У нескладних виробництвах можуть бути прості елементи діяльності служб управління персоналом.

Друга закономірність – системне формування управління персоналом. Суть полягає в необхідності обліку всіх можливих взаємозв'язків усередині системи управління персоналом, між її підсистемами й елементами, між системою управління персоналом і системою управління організації в цілому, а також виробничою системою і зовнішнім середовищем.

Третя закономірність – оптимальне поєднання централізації і децентралізації управління персоналом. Чим вище рівень, на якому приймається рішення, і нижче ступінь, для якого воно призначено, тим вище рівень централізації управління персоналом і навпаки. Іншими словами, якщо всі рішення щодо управління персоналом приймає керівник – це високий рівень централізації, якщо частину питань вирішують керівники ланок – то централізація менше.

Четверта закономірність – пропорційне поєднання сукупності підсистем і елементів системи управління персоналом. Необхідно пропорційно удосконалювати всі підсистеми й елементи системи управління персоналом.

П'ята закономірність – пропорційність виробництва і управління. Оптимальність співвідношення чисельності працівників системи управління персоналом і виробничою системою. Просту систему управління персоналом неможливо створити для складної системи управління підприємством.

Шоста закономірність – зміна складу і змісту функцій управління персоналом на

різних ступенях управління (бригада – цех – служба – підприємство).

Сьома закономірність – мінімізація кількості ступенів управління персоналом. Чим менше рівнів управління має система управління персоналом, тим вона ефективніше працює.

Закономірності потрібно вивчати і знати напрямки їхньої дії та взаємодії. Зневага ними може привести до дій з боку людини, що викликають небажані наслідки і проблеми, рішення яких вимагатиме додаткових витрат праці і ресурсів. Закономірності можуть припиняти свою дію через зміну умов виробництва, економіки і управління, а також через припинення або початок дії законів розвитку економіки.

Принципи управління персоналом – правила, основні положення і норми, яким повинні керуватись керівники і фахівці в процесі управління персоналом.

Принципи управління персоналом: науковість, демократичний централізм, плановість, перша особа, єдність розпоряджень; відбір, підбір і розміщення кадрів; поєднання єдиноначальності і колегіальності, централізації і децентралізації; лінійне, функціональне і цільове управління, контроль виконання рішень та ін.

Ряд американських і японських корпорацій широко використовують такі принципи управління персоналом: довічне наймання, контроль виконання завдань, заснований на довірі; сполучення контролю з корпоративною культурою, консенсуальне прийняття рішень, тобто обов'язкове схвалення рішень більшістю працівників.

Розглянемо основні методи управління персоналом. Методи управління персоналом – способи впливу на колективи й окремих працівників з метою здійснення координації їхньої діяльності (див. таблицю).

Таблиця

Методи управління персоналом

Метод управління	Характеристика
Адміністративний "батіг"	Встановлення держзамовлень. Формування структури управління. Затвердження адміністративних норм і нормативів. Правове регулювання. Видавництво наказів, вказівок, розпоряджень. Інструктування. Добір, відбір і розміщення кадрів
	Затвердження методик і рекомендацій. Розробка положень, посадових інструкцій, стандартів організації. Розробка іншої регламентуючої документації. Встановлення адміністративних санкцій і заохочень
Економічний "пряник"	Техніко-економічний аналіз. Техніко-економічне обґрунтування. Техніко-економічне планування. Економічне стимулювання. Фінансування. Мотивація трудової діяльності. Оплата праці. Капіталовкладення. Кредитування. Ціноутворення
	Участь у прибутках і капіталі. Встановлення економічних норм і нормативів. Страхування. Встановлення матеріальних санкцій і заохочень
Соціально-психологічні (переконання)	Соціально-психологічний аналіз. Соціально-психологічне планування. Утворення творчої атмосфери. Участь працівника в управлінні. Соціальна і моральна мотивація і стимулювання
	Задоволення культурних і духовних потреб. Формування колективів, груп. Створення нормального психологічного клімату. Встановлення соціальних норм поведінки. Розвиток у працівників ініціативи і відповідальності. Встановлення моральних санкцій і заохочень

Адміністративні методи орієнтовані на такі мотиви поведінки, як усвідомлена необхідність дисципліни праці, почуття обов'язку, прагнення людини трудитися у визначеній організації, на культуру трудової діяльності.

Ці методи відрізняє прямий характер впливу: будь-який регламентуючий і адміністративний акт підлягає обов'язковому виконанню. Для адміністративних методів характерна їх відповідність правовим нормам, що діють на визначеному рівні управління, а

також актам і розпорядженням вищих органів управління.

Адміністративні методи управління ґрунтуються на відносинах єдиноначальності, дисципліни і відповідальності, здійснюються у формі організаційного і розпорядничого впливу.

Економічні методи управління – це методи економічного механізму, за допомогою якого забезпечується прогресивний розвиток організації. Вони стають найважливішою умовою створення цілісної ефективної і гнучкої системи управління економікою організації, що виступає на ринку рівним партнером інших організацій у суспільній кооперації праці.

Для досягнення поставлених цілей необхідно чітко визначити критерії ефективності і кінцеві результати виробництва у вигляді сукупності показників, встановлених у плані економічного розвитку. Таким чином, роль економічних методів управління полягає в мобілізації трудового колективу на досягнення кінцевих результатів.

Соціально-психологічні методи управління засновані на використанні соціального механізму управління (система взаємин у колективі, соціальні потреби і т.п.). Соціально-психологічні методи базуються на використанні закономірностей соціології і психології. Об'єктом їхнього впливу є групи людей і окремі особистості.

Соціально-психологічні методи дозволяють установити призначення і місце співробітників у колективі, виявити лідерів і забезпечити їхню підтримку, пов'язати мотивацію людей з кінцевим результатом виробництва, забезпечити ефективні комунікації і вирішення конфліктів у колективі. Соціологічні методи дослідження надають необхідні дані для підбору, оцінки, розміщення і навчання персоналу та дозволяють обґрунтовано приймати кадрові рішення.

Психологічні методи спрямовані на конкретну особистість робітника або службовця і, як правило, персоніфіковані й індивідуальні. Головною їхньою особливістю є звертання до внутрішнього світу людини, його особистості, інтелекту, образів і поведінки. Психологічні методи використовують внутрішній потенціал людини для рішення конкретних завдань організації.

Процес побудови СУП базується на визначених принципах. Принципи побудови СУП – правила, основні положення і норми, якими повинні керуватися керівники і фахівці підрозділів управління персоналом при формуванні системи керування персоналом.

У ході проектування СУП враховується функціонально-цільова модель системи управління організацією в цілому, тобто всі зв'язки і взаємини підсистем організації. Будь-яка організація складається з підсистем лінійного управління, цільових підсистем, підсистем забезпечення управління. Розглянемо їх більш докладно.

Підсистеми лінійного управління:

- підсистема управління науково-технічною діяльністю;
- підсистема управління виробництвом;
- підсистема управління економічною діяльністю;
- підсистема управління позагосподарською діяльністю;
- підсистема управління персоналом.

Усю сукупність цілей СУП можна розділити на чотири блоки: економічні, науково-технічні, виробничо-комерційні, соціальні.

Економічна мета – одержання розрахункової величини прибутку від реалізації продукції або послуг.

Науково-технічна мета – забезпечення заданого науково-технічного рівня продукції і розробок, а також підвищення продуктивності праці за рахунок удосконалювання технології.

Виробничо-комерційна мета – виробництво і реалізація продукції або послуг у заданому обсязі і заданій ритмічності.

Соціальна мета – досягнення заданого ступеня задоволення соціальних потреб працівників.

Організаційна структура СУП – сукупність взаємозалежних підрозділів системи управління персоналом і посадовими особами.

Місце і роль служби управління персоналом у загальній системі управління організацією визначаються місцем і роллю кожного спеціалізованого підрозділу й організаційним статусом його безпосереднього керівника. Цей організаційний статус підтверджується набором повноважень і відповідальності. Авторитет кадрової служби залежить також від рівня спеціальних знань співробітників, корисності служби за ступенем її впливу на кадрові процеси.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Зроблені у роботі наукові дослідження щодо управління персоналом малого підприємства

довели актуальність обраної теми досліджень. Загалом питання управління – дуже важлива тема організації роботи будь-якого підприємства.

Список використаних джерел

1. Бєсєдін, М.О. Основи менеджменту: оцінно-ситуаційний підхід (модульний варіант) [Текст]: підручник / М.О. Бєсєдін, В.М. Нагаєв. — К.: Центр навчальної літератури, 2005. — 496 с.
2. Бородіна, О.М. Людський капітал на селі: наукові основи, стан, проблеми розвитку [Текст] / О.М. Бородіна. — К.: ІАЕ УААН, 2003. — 277 с.
3. Гавкалова, Н.Л. Менеджмент персонала [Текст]: учебн. пособие / Н.Л. Гавкалова, Н.С. Маркова. — 2-е изд., исправ. и доп. — Харьков: ИД «ИНЖЗК», 2005. — 304 с.
4. Генкин, Б.М. Экономика и социология труда [Текст]: учеб. для вузов / Б.М. Генкин. — М: Изд. группа «НОРМА-ИНФРА-М», 1998. — 384 с.
5. Зиновьев, И.Ф. Управление персоналом [Текст]: учебн. пособие / И.Ф. Зиновьев [и др.]. — Симферополь: Таврия, 1998. — 398 с.
6. Маслов, Е.В. Управление персоналом предприятия [Текст]: учебн. пособие / Е.В. Маслова; под ред. П.В. Шеметова. — М. ИНФРА-М; Новосибирск: НГАЗиУ, 2000. — 312 с.
7. Мескон, М.Х. Основы менеджмента [Текст] / М.Х. Мескон, М. Альбер, Ф. Хедоури; пер. с англ. — М.: Дело, 1992. — 702 с.
8. Мшайлова Л. І. Економічні основи формування людського капіталу в АПК. — Суми: Видавництво «Довкілля», 2003. — 326 с.
9. Мшайлова, Л.І. Чинники ефективного управління сільськогосподарськими підприємствами на землях східної Німеччини [Текст] / Л.І. Мшайлова // Економіка АПК. — 2002. — № 4. — С. 114-118.
10. Мшайлова, Л.І. Управління персоналом [Текст]: навч. посібник / Л.І. Мшайлова. — Суми: ВАТ «СОД», вид-во «Козацький вал», 2003. — 252 с.

Позднякова Любов Олексіївна, д-р екон. наук, професор, завідувач кафедри економіки, бізнесу та управління персоналом на транспорті Українського державного університету залізничного транспорту. Тел. (057) 730-19-72. E-mail: ukrdaztezt@mail.ru.

Білецька Дар'я Олександрівна, магістрант. Тел. (099)49-45-651.

Pozdnyakova Lubov Oleksiivna, d.e.s., professor, hed of department of economic, business and menegment of personal Ukrainian State University of railway transport. Tel. (057) 730-19-72. E-mail: ukrdaztezt@mail.ru.
Biletska Daria Oleksandrivna, Master's Student. Tel. (099)49-45-651.

Наукова праця здана до друку 23.09.2015 р.

УДК 656.2.001.73(477)

ПРОБЛЕМИ РЕФОРМУВАННЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ

Д-р екон. наук О.Г. Дейнека, магістрант М.С. Маковський

ПРОБЛЕМЫ РЕФОРМИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАСПОРТА УКРАИНЫ

Д-р екон. наук А.Г. Дейнека, магістрант М.С. Маковский

PROBLEMS OF REFORM OF UKRAINE RAILWAY TRANSPORT

D-r econ. s. O.H. Dejneka, Master's student M.S. Makovskiy

Стаття присвячена вирішенню комплексу організаційно-економічних та управлінських питань реалізації концепції державного реформування залізничного транспорту.

Ключові слова: залізничний транспорт, реформування, конкуренція, структура управління.

Статья посвящена решению комплекса организационно-экономических и управленческих вопросов реализации концепции государственного реформирования железнодорожного транспорта.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, реформирование, конкуренция, структура управления.

The article is devoted to solving complex organizational, economic and management issues of implementing the concept of reforming the state railway of Transport.

Keywords: rail, reform, competition, management structure.

Вступ. Розвиток ринкових відносин передбачає утворення підприємницької системи господарювання, яка охоплює усі сектори економіки: господарський, колективний, приватний; всі галузі народного господарства, в тому числі і залізничний транспорт. Тому не можна погодитись з існуючою думкою, що залізничний транспорт через його специфіку (державна власність, певна монополія на окремі види перевезень) несумісний з ринком. Навпаки, залізничний транспорт є активним суб'єктом ринка, який здійснює ряд взаємопов'язаних функцій.

Транспортна мережа України представлена усіма існуючими видами транспорту: залізничним, морським, річним, автомобільним, трубопровідним і повітряним. При цьому в Україні домінуючим видом транспорту за обсягом перевезень (тонни перевезеного вантажу) є автомобільний (більш $\frac{3}{4}$), а за вантажообігом (тоннокілометри) – залізничний (понад 89%). Зростання ролі залізничного транспорту України як в міжнародних економічних відносинах, так і на внутрішньому ринку в умовах жорсткої конкуренції з іншими видами транспорту

обумовлюється низкою переваг. Він має більш високий рейтинг (разом з повітряним) з безпеки руху, використання електротяги робить залізниці практично незалежними від споживання нафти, що особливо важливо для забезпечення високої гарантованості приміського сполучення; висока економічність в частині їх питомої енергоємності. Залізниці порівняно з іншими видами транспорту мають менш шкідливий вплив на довкілля [1].

В цілому можна відзначити, що місце кожного виду транспорту в ринкових умовах визначається його універсальністю, провізною та пропускною спроможністю, рівнем технічної озброєності, розміщенням комунікацій, продуктивністю, вартістю, зручністю та безпечністю перевезень, збереженням вантажу. Співвідношення попиту та пропозиції на транспортні послуги за видами транспорту визначає ступінь участі кожного з них в роботі транспортної системи виробничо-господарського комплексу країни.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із науковими та практичними завданнями. Залізничний транспорт, з іншими видами транспорту,

формує пропозицію на ринку транспортних послуг, беручи тим самим участь в конкурентній боротьбі виробників за споживачів. Функція продавця транспортних послуг становить перед залізничним транспортом завдання зростання його конкурентоспроможності, вирішення якої базується на підвищенні якості роботи транспортних підприємств.

Також залізничний транспорт, з одного боку, є необхідним елементом ринкової інфраструктури, а з іншого — активно користується її послугами, вступаючи у відносини з банками, біржами, інвестиційними та іншими фондами.

Залізничний транспорт України протягом тривалого часу працює в умовах відсутності державного інвестування, тому в найближчій перспективі залізницям необхідно розраховувати тільки на власні фінансові ресурси. Збільшити їх слід не тільки завдяки зростанню обсягів перевізної роботи, а й за рахунок покращення якості її здійснення. Тому підвищення якості експлуатаційної роботи залізниць у сучасних умовах набуває особливої актуальності. Це вимагає проведення певних наукових досліджень якісної сторони перевізного процесу з урахуванням як змін кількісних показників роботи залізниць сьогодні і в перспективі, так і технічного стану інфраструктури [2, 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У вітчизняній літературі існує чимало фундаментальних праць, присвячених дослідженню світового досвіду реформування залізничного транспорту, таких авторів, як Ткаченко С., Сисоєва Е., Дацковська Д., Александрова В. та багато інших, які перш за все базуються на зарубіжних публікаціях [1-3, 5]. Проте постійні процеси структурних змін у світовій економіці спричиняють і зміни принципів господарювання залізничного транспорту різних країн та створюють нові адаптаційні стратегії, вивчення яких є вкрай необхідним для розвитку залізничного транспорту України.

Визначення мети та завдання дослідження. Залізничний транспорт має не тільки достатньо сумісний з ринком характер, але і ряд переваг, які забезпечують йому конкурентоспроможність та рентабельність на ринку послуг.

В умовах ринку зараз залізниця ще виконують функції, покладені на них державою, але в цілому забезпечують потреби населення та економіки у перевезеннях, проте стан виробничо-технічної бази залізниць і технологічний рівень перевезень за багатьма параметрами не відповідає зростаючим потребам суспільства та європейським стандартам якості надання транспортних послуг, що найближчим часом може стати перешкодою для подальшого соціально-економічного розвитку держави. З цього виходить, що проблеми залізниць України в ринкових умовах – це не тільки проблеми залізничників, але й загальнодержавні завдання, від вирішення яких життєво залежить успіх переходу нашої економіки до ринкового механізму.

Отже, метою дослідження є постановка передумов термінової реформи в галузі залізничного транспорту та його окремих підрозділів.

Також до проблем, які слід вирішити під кутом зору мети публікації, є розробка механізму забезпечення подальшого розвитку залізничного транспорту у сучасних ринкових умовах, а саме:

- подоланість недосконалості нормативно-правових актів, що регулюють діяльність залізничного транспорту;
- ліквідація перехресного субсидування збиткових пасажирських перевезень за рахунок вантажних;
- забезпечення прозорості фінансової діяльності галузі;
- формування достатньої конкуренції на ринку залізничних перевезень.

Вищеперелічене забезпечить остаточне реформування залізничної галузі.

Основна частина дослідження. Таким чином, потребує вирішення питання з подолання відставання у розвитку мережі українських залізниць від залізниць країн ЄС та Росії, які сьогодні перебувають на різних етапах реформування, але при цьому істотно випереджають залізниця України.

Виникнення проблем у діяльності та розвитку залізничного транспорту зумовлене рядом негативних факторів, зокрема:

- прогресуючим старінням основних фондів. Загальний ступінь зносу основних фондів становить близько 65 відсотків, у тому числі рухомого складу – понад 70 відсотків.

Потребує істотної модернізації інфраструктура залізниць. Протяжність колій, ремонт яких не проведено своєчасно, досягла 30 відсотків загальної протяжності. Внаслідок цього обмежується швидкість руху поїздів, створюється реальна загроза безпеці руху на залізничному транспорті, виникнення техногенних катастроф;

- відсутністю державної підтримки інноваційного розвитку галузі та недосконалістю законодавчої бази у частині залучення інвестицій;

- низькими тарифами на перевезення пасажирів і відсутністю дієвого механізму компенсації збитків під час надання суспільних послуг, що призводить до перехресного субсидування збиткових пасажирських перевезень за рахунок вантажних. Збитки від таких перевезень тільки у 2009 році перевищили 3 млрд гривень, що значно обмежує можливість техніко-технологічної модернізації залізничного транспорту [5].

Єдиний вихід, який допоможе усунути або зменшити усі ці негативні фактори, – це зважений та терміновий підхід до здійснення структурної реформи галузі. Необхідними умовами для ефективного реформування залізничного транспорту є:

- збереження інфраструктури залізниць у державній власності;

- забезпечення функціонування і розвитку залізничного транспорту як єдиного виробничо-технологічного комплексу, що характеризується високим рівнем централізованого управління, та надання можливості для концентрації матеріальних і фінансових ресурсів та розпорядження ними;

- системний підхід до проведення реформ;

- адаптація системи управління залізничним транспортом до ринкових умов господарювання;

- підвищення ефективності діяльності та інвестиційної привабливості галузі;

- узгодження принципів управління залізничним транспортом та організаційно-правової форми господарювання з нормами європейського законодавства;

- стимулювання підприємницької ініціативи, посилення мотивації праці та підвищення рівня соціальної захищеності залізничників [5].

Для успішної реалізації реформи є урядовий документ «Концепція Державної програми реформування залізничного транспорту», який детально забезпечує процес реформування залізничної галузі. Згідно з цією концепцією реформування проводитиметься шляхом створення вертикально-інтегрованої системи управління галуззю. Основними напрямками реформування галузі є:

- розмежування господарських функцій і функцій державного управління;

- утворення єдиного суб'єкта господарювання на базі Укрзалізниці, залізниць та інших підпорядкованих їй підприємств, установ та організацій;

- розмежування в системі залізничного транспорту природно-монопольного і конкурентного секторів, створення умов для демонополізації окремих сфер діяльності галузі та розвитку конкуренції, забезпечення доступності інфраструктури залізниць для користувачів;

- формування структури управління за видами комерційної діяльності, поступове роздержавлення конкурентного сектора;

- удосконалення системи тарифів на послуги залізничного транспорту;

- збереження залізниць як організаційно-технологічної ланки залізничного транспорту;

- збереження об'єктів соціальної сфери, які сприяють забезпеченню безпеки руху, охорони праці та формуванню кадрового потенціалу у складі єдиного суб'єкта господарювання;

- збереження цілісності структури управління інформаційними ресурсами, забезпечення незалежного та об'єктивного подання інформації.

Реформування передбачається провести у три етапи. На першому етапі, який вже завершено, створено законодавчу базу, необхідну для проведення реформування, відбулись розмежування функцій державного управління та управління господарською діяльністю. З цією метою:

- розроблено законопроект, який визначає особливості реформування залізничного транспорту та обмежує право відчуження його майна;

- підготовлено пропозиції про внесення змін до Закону України "Про перелік об'єктів права державної власності, що не підлягають приватизації" та інших законодавчих актів;

- створено на базі Укрзалізниці, залізниць та інших підприємств, установ та організацій галузі Державну акціонерну компанію "Українські залізниці" (далі Компанія) як єдиний виробничо-технологічний комплекс;

- передано функції державного управління, що на сьогодні виконує Укрзалізниця, Мінтрансв'язку із створенням у його складі урядового органу державного управління з безпосереднім підпорядкуванням йому виробничих підприємств, медичних, освітніх та соціально-культурних закладів у сфері залізничного транспорту, майно яких не входить до статутного фонду Компанії.

До статутного фонду Компанії заплановано передати:

- майно Укрзалізниці, залізниць, підприємств, установ та організацій залізничного транспорту, що належать до сфери її управління;

- 100 відсотків акцій відкритих акціонерних товариств, повноваження з управління якими здійснює Укрзалізниця;

- акції, частки та паї, що належать державі у статутному фонді господарських товариств, створених за участю підприємств залізничної галузі.

Проте питання передачі майна до статутного фонду Компанії має вирішуватись після прийняття законів, які визначають особливості реформування залізничного транспорту. Повний перелік майна, що передається до статутного фонду Компанії, складається за результатами інвентаризації майна залізниць, підприємств, установ та організацій залізничного транспорту. Відповідно до законодавства 100 відсотків акцій Компанії перебувають у державній власності і не підлягають відчуженню. Після утворення Компанії залізниці та державні підприємства, безпосередньо задіяні у процесі залізничних перевезень, реорганізуються у її філії. Інші підприємства, установи та організації, майно яких передано до статутного фонду Компанії, перетворюються на її дочірні підприємства. Реформування фінансово-економічної системи галузі проводиться з урахуванням її організаційної структури.

На другому етапі реформування (2012 - 2016 роки) вирішуються питання щодо:

- виведення із складу залізниць підрозділів, які здійснюють вантажні та

пасажирські перевезення, проводять ремонт вагонів, колій, споруд та інших об'єктів;

- створення умов для поступового зменшення обсягу перехресного субсидування пасажирських перевезень за рахунок вантажних;

- проведення попереднього фінансово-економічного та організаційно-правового аналізу з метою визначення можливості і доцільності подальшого утворення дочірніх підприємств Компанії, в тому числі з перевезення пасажирів та вантажів;

- розроблення основних принципів утворення за участю органів місцевого самоврядування та суб'єктів господарювання різних форм власності компаній, що здійснюють приміські пасажирські перевезення;

- утворення дочірніх підприємств Компанії, що проводитимуть діяльність, не пов'язану із залізничними перевезеннями;

- створення організаційно-правової основи для підвищення рівня конкуренції у сфері вантажних залізничних перевезень, механізму правового регулювання діяльності операторських компаній-перевізників і їх взаємодії з об'єктами інфраструктури залізниць.

На третьому етапі реформування (2017 - 2020 роки) заплановано проведення повного розмежування функцій з управління об'єктами інфраструктури залізниць і перевезеннями, для чого передбачається:

- створення умов для запобігання перехресному субсидуванню пасажирських перевезень за рахунок вантажних;

- виведення із складу Компанії непрофільних виробництв і підприємств, не пов'язаних із залізничними перевезеннями, їх роздержавлення;

- утворення підприємств з перевезення пасажирів у далекому і приміському сполученні та розподіл між ними функцій обслуговування;

- створення фінансово-економічної моделі, що забезпечить чіткий і прозорий розподіл фінансових потоків за видами діяльності.

На даний час залізниці, в основному, задовольняють потреби суспільного виробництва та населення у перевезеннях. Проте стан виробничо-технічної бази залізниць і технологічний рівень перевезень за багатьма параметрами не відповідає зростаючим

потребам суспільства та європейським стандартам. Отже, усі розглянуті країни по-різному виконують реформування структури управління залізничним транспортом. Визначити найкращу модель реформування можна тільки після розроблення спеціального критерію оптимальності, який має враховувати ступінь розвитку залізничної системи країни, наявність боргів перед державою та місцеві особливості кожної країни. Для зниження вартості перевезень і залучення на залізничний транспорт нових споживачів транспортних послуг доцільно поділити його на дві частини: природну монополію та конкурентне середовище. Природну монополію – інфраструктуру залізниць – слід залишити під контролем держави або держава має володіти контрольним пакетом акцій створеного товариства.

Отже, ефективне функціонування залізничного транспорту пов'язане з удосконаленням його організаційної структури, оновленням основних фондів і рухомого складу, впровадженням новітніх технологій і високошвидкісного руху, наданням нових видів послуг і захопленням нових секторів транспортного ринку, збільшенням прибутковості перевезень вантажів і пасажирів та інтегруванням до європейської транспортної системи.

Нестача власних коштів та відсутність бюджетного фінансування, неможливість

залучення недержавних інвестицій в умовах діючої системи господарювання призвели до небезпечного збільшення фізичного зносу та морального старіння основних фондів, втрати частки приміських та вантажних перевезень. Тому впровадження на залізничному транспорті корпоративної реструктуризації за умови економічно обґрунтованої моделі реформування є надзвичайно важливим фактором реалізації стратегічних завдань розвитку галузі.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Реформування залізничного транспорту України виступає на сьогоднішній час головним інструментом покращення конкурентних переваг галузі та приведення діяльності її підприємств відповідно до світових норм господарювання. Розробка та впровадження корпоративної стратегії для залізничного транспорту визначає загальний напрямок розвитку галузі та її підприємств і передбачає розподіл функцій державного управління й організації господарської діяльності, виділення з монопольної структури конкурентного сектора з розмежуванням видів діяльності.

Подальші дослідження передбачають деталізацію управлінських заходів на рівні окремих підрозділів АК «Залізниця України».

Список використаних джерел

1. Смирнова, О.В. Некоторые аспекты взаимоотношений современных предприятий железнодорожного транспорта Украины [Текст] / О.В. Смирнова // Залізничний транспорт України. – 2003. - №1. – С. 39.
2. Буркхардт, Э.А. Эффективна ли смешанная собственность предприятий [Текст] / Э.А. Буркхардт // Залізничний транспорт України. – 2003. - №1. – С. 58.
3. Мукмінова, Т.А. Структура природної монополії на залізничному транспорті України та деякі підходи стосовно її реформування [Текст] / Т.А. Мукмінова // Вісник ХНУ ім. Каразіна: зб. наук. праць. – 2002. – Вип. 565. – С. 79-87.
4. Чебанова, Н.В. Реструктуризація залізничної галузі – теоретичні аспекти і методичні підходи [Текст] / Н.В. Чебанова, Т.І. Єфіменко // Залізничний транспорт України. – 2002. - №1. – С. 31.
5. Аксенов, И.М. Особенности реструктуризации в современных условиях [Текст] / И.М. Аксенов, В.В. Пасечник // Залізничний транспорт України. – 2001. - №1. – С. 7.
6. Дикань, В.Л. Забезпечення ефективності інноваційної діяльності підприємств залізничного транспорту [Текст]: монографія / В.Л. Дикань, В.О. Зубенко. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – 194 с.
7. Аксьонов, І.М. Вдосконалення системи обслуговування пасажирів [Текст] / І.М. Аксьонов // Залізничний транспорт України. – 2003. – №2. – С. 34-37.

8. Прейгер, Д.К. Реалізація потенціалу транспортної інфраструктури України в стратегії посткризового економічного розвитку [Текст] / за ред. Д.К. Прейгер, О.В. Собкевич, О.Ю. Ємельянова. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – 300 с.

9. Долгов, С.И. Экономика и организация внешнеторговых перевозок [Текст]/ С.И. Долгов, К.В. Холопов, С.В. Домнина [и др.]; под ред. К.В. Холопова. – М.: Юристъ, 2000. – 682 с.

10. Якименко, Н.В. Значення трансформування транспортного процесу для досягнення конкурентоспроможності підприємств [Текст] // Вісник економіки транспорту і промисловості: зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. - № 21. – С. 158-160.

Дейнека Олександр Георгійович, д-р екон. наук, професор, завідувач кафедри менеджменту і адміністрування Українського державного університету залізничного транспорту. Тел. (057) 730-10-46. E-mail: dejneka@list.ru.
Маковський Максим Сергійович, магістрант. Тел. (063) 660-49-49.

Dejneka Oleksandr Heorgiyovich, d.e.s., professor, head of department of management and administration Ukrainian state university of railway transport. Tel. (057) 730-10-46 E-mail: dejneka@list.ru.
Makovskiy Maksim, Master's Student. Tel. (063) 660-49-49.

Наукова праця здана до друку 22.09.2015 р.

УДК 330.341.1:656.2

ІННОВАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ЛОКОМОТИВНОГО ДЕПО

Магістрант С.В. Кукушкіна

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ЛОКОМОТИВНОГО ДЕПО

Магистрант С.В. Кукушкина

INNOVATIVE POTENTIAL OF LOCOMOTIVE DEPOT

Master student S.V. Kukushkina

Удосконалено визначення інноваційного потенціалу підприємства. Надано визначення інноваційного потенціалу локомотивного депо: це сукупність усіх потрібних для інноваційного розвитку ресурсів і можливостей, що забезпечують готовність і здатність депо здійснювати інноваційну діяльність, та чинників, які створюють необхідні умови для оптимального використання цих ресурсів і можливостей з метою підвищення ефективності інноваційної діяльності як депо, так і залізничного транспорту в цілому.

Ключові слова: *інноваційний потенціал, локомотивне депо, залізничний транспорт.*

Усовершенствовано определение инновационного потенциала предприятия. Дано определение инновационного потенциала локомотивного депо: это совокупность всех необходимых для инновационного развития ресурсов и возможностей, которые обеспечивают готовность и способность депо осуществлять инновационную деятельность, и факторов, которые создают необходимые условия для оптимального использования этих ресурсов и возможностей с целью повышения эффективности инновационной деятельности как депо, так и железнодорожного транспорта в целом.

Ключевые слова: *инновационный потенциал, локомотивное депо, железнодорожный транспорт.*

On the basis of the conducted analysis of literature determination of innovative potential of enterprise is improved in the article. The innovative potential of enterprise is totality of productive, scientific,

financial, skilled, organizational and other resources and possibilities that provide readiness and ability of enterprise to carry out innovative activity, and factors), that create necessary terms for the optimal use of these resources and possibilities with the aim of achievement of corresponding reference-points of innovative activity and increase of competitiveness of enterprise on the whole.

In the article also the determination of innovative potential of enterprise is improved. The innovative potential of locomotive depot is totality of all necessary for innovative development resources and possibilities that provide readiness and ability of depot to carry out innovative activity, and factors, that create necessary terms for the optimal use of these resources and possibilities with the purpose of increase of efficiency of innovative activity of both depot and railway transport on the whole.

Keywords: *innovative potential, locomotive depot, railway transport.*

Постановка проблеми. В умовах реструктуризації залізничного транспорту України, необхідності підвищення конкурентоспроможності та входження до Європейської транспортної системи особливої актуальності набуває проблема його інноваційного розвитку.

Пріоритетні завдання інноваційного розвитку залізничного транспорту знайшли своє відображення в Концепції розвитку транспортно-дорожнього комплексу України на середньостроковий період та до 2020 року:

- оновлення і модернізація основних фондів, насамперед рухомого складу: підвищення продуктивності роботи рухомого складу, подовження термінів його експлуатації;
- застосування ресурсозберігаючих технологій, технічного обслуговування і ремонту інфраструктури та рухомого складу;
- впровадження технологій перевізного процесу, орієнтованих на високу якість транспортних послуг і зниження ресурсомісткості перевезень;
- організація системи комплексного транспортного обслуговування, що базується на широкому застосуванні сучасних засобів інформатизації, створення та розвиток з цією метою національних систем керування пасажирськими та вантажними перевезеннями;
- розвиток взаємодії різних видів транспорту через впровадження комбінованих перевезень, інформаційних та логістичних технологій;
- приведення до відповідності з європейськими стандартами і розвиток міжнародних транспортних коридорів;
- організація швидкісного пасажирського руху.

Разом з тим, як відзначає О.Г. Кірдіна [1], сучасний етап інноваційного розвитку залізничного транспорту не є досконалим. До

головних чинників, що гальмують інноваційні процеси в залізничній галузі України, вона відносить:

- відсутність достатніх джерел фінансування;
- недосконалість законодавчої бази у сфері інновацій;
- міграцію висококваліфікованих фахівців до розвинутих країн;
- відсутність інформаційної та технологічної бази.

На нашу думку, ще одним чинником є недостатня увага керівництва Укрзалізниці до інноваційного потенціалу як галузі в цілому, так і її лінійних підприємств.

Впровадження технічних, технологічних, організаційних, управлінських та інших інновацій необхідне як на рівні Укрзалізниці, так і залізниць та окремих лінійних підприємств, зокрема локомотивних депо. Сьогодні інноваційний потенціал лінійних підприємств не виокремлюють, не вимірюють, і тому цілеспрямовано не розвивають. Внаслідок цього не досягають результату - підвищення конкурентоспроможності залізничного транспорту, посилення його конкурентної ринкової позиції. Для підприємств транспорту, зокрема залізничного, не передбачається жодної статистичної звітності з інноваційної діяльності, що ускладнює проведення аналітичного обстеження цього напрямку діяльності лінійних підприємств.

Крім того, сутність поняття «інноваційний потенціал підприємства» в літературі трактується по-різному. Досі немає єдиного визначення цього поняття, у тому числі інноваційного потенціалу локомотивного депо. Також недостатньо дослідженою є структура інноваційного потенціалу локомотивного депо.

Це обумовлює актуальність і необхідність дослідження сутності та структури інноваційного потенціалу підприємств залізничного транспорту, зокрема локомотивних депо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Загальні та прикладні проблеми інноваційного розвитку досліджували вчені М.А. Йохна, В. Стадник, С.М. Ілляшенко, О.І. Волков, Л.І. Федулова та ін.

Проблемами інноваційної діяльності на залізничному транспорті займаються вітчизняні та закордонні вчені. Зокрема, праця В.Л. Дикань та В.О. Зубенко [2] присвячена забезпеченню ефективності інноваційної діяльності підприємств залізничного транспорту; С.М. Сич та В.П. Ільчук розробили концепцію інноваційно-інвестиційного розвитку залізничного транспорту [3]; І.В. Воловельською [4] розроблено методику вибору оптимальної інноваційної стратегії підприємств залізничного транспорту; в статті О.Г. Кірдіної [5] розроблено концепцію управління інвестиційно-інноваційним потенціалом залізничного транспорту України; І.Л. Назаренко [6] удосконалено методику оцінки інноваційного потенціалу локомотивного депо та інші вчені. Питання оцінки інноваційного потенціалу підприємства знайшли своє відображення в працях закордонних учених, зокрема Д. Сабадки [7] та ін.

Виділення недосліджених аспектів проблеми. Але незважаючи на наявність певної кількості публікацій, треба зазначити, що питання визначення сутності та структури інноваційного потенціалу лінійних підприємств як одного з елементів процесу управління інноваційною активністю залізничного транспорту, не знайшли достатнього висвітлення.

Тому **метою даної статті** є дослідження сутності інноваційного потенціалу підприємства та уточнення визначення поняття «інноваційний потенціал локомотивного депо».

Основний матеріал статті. Аналіз літературних джерел дозволяє стверджувати, що існують різні підходи до тлумачення поняття «інноваційний потенціал». При цьому більшість учених використовує ресурсний підхід, який розглядає інноваційний потенціал як сукупність ресурсів, необхідних для здійснення інновацій. Так, у загальному вигляді під інноваційним потенціалом найчастіше розуміють сукупність усіх наявних

матеріальних і нематеріальних активів підприємства, що використовуються у процесі здійснення інноваційної діяльності [8, с. 13]. Він містить усі ресурси, що в змозі забезпечити досягнення конкурентних переваг підприємства з використанням інновацій:

- матеріальні (матеріально-технічні);
- технічна база та оборотні активи інноваційної діяльності;
- фінансові;
- різноманітні кошти, необхідні для виконання інноваційних процесів (власні, кредитні, бюджетні, інвестиційні);
- кадрові – працівники, які спроможні виробляти й ефективно реалізовувати нові ідеї;
- інформаційні – сукупність різних видів наукової інформації, комп'ютерні системи, система захисту інформації, науково-технічна література, науково-технічна документація тощо;
- організаційні – наявна організаційна культура, концепція управління підприємством, організаційна структура управління, форми організації та управління інноваційною діяльністю.

Однак на думку О.С. Богма [9], з якою ми згодні, ресурсний підхід до визначення сутності інноваційного потенціалу підприємства є дещо обмежений, тому що наявні у підприємства ресурси є лише факторами, необхідними для здійснення інноваційної діяльності. Безперечно, наявність ресурсів є обов'язковою умовою успішної розробки та реалізації інновацій. Наприклад, однією з головних причин, які гальмують інноваційну активність вітчизняних суб'єктів господарювання, слід назвати нестачу фінансових ресурсів через відсутність надійних джерел фінансування (складність залучення фінансових ресурсів з ринкових джерел, зокрема не вигідні умови кредитування).

Проте якщо розглядати інноваційний потенціал лише як сукупність ресурсів, цілком логічно буде стверджувати, що чим більше ресурсів є в наявності, тим більший буде цей самий потенціал. Але в реальних умовах велике підприємство зі значними ресурсами досить часто має набагато менший інноваційний потенціал, ніж, наприклад, невеликий колектив новаторів або маленьке венчурне підприємство.

Тому більш доцільним є розгляд інноваційного потенціалу підприємства з погляду можливостей реального використання

ресурсів підприємства на практиці, тобто з метою реалізації конкретних інноваційних проектів.

Деякі дослідники стверджують, що інноваційний потенціал організації – це міра її готовності виконувати завдання, які забезпечують досягнення поставленої інноваційної цілі. Так, В.Н. Гунін [10, с.111] стверджує, що "інноваційний потенціал організації – це міра її готовності виконати завдання, які забезпечують досягнення поставленої інноваційної цілі, тобто міра готовності до реалізації інноваційного проекту або програми інноваційних перетворень і впровадження інновації". Інноваційний потенціал підприємства визначає можливості й глибину інноваційних перетворень, залежно від його величини і якісного стану визначається охоплення певних стадій інноваційного циклу. У цьому випадку при визначенні інноваційного потенціалу акцент робиться перш за все не на ресурси, а на результати інноваційної діяльності, які організація досягла з використанням наявних ресурсів, враховуючи вплив певних факторів зовнішнього та внутрішнього середовища. Але не зовсім зрозуміло, яким чином можна виміряти ступінь готовності організації чи підприємства до інноваційної діяльності: це створить проблему при розробці виходячи з цього визначення методики оцінки інноваційного потенціалу підприємства.

На нашу думку, більш адекватним є визначення В.А. Верби та І.В. Новікової: «інноваційний потенціал підприємства являє собою сукупність інноваційних ресурсів, які перебувають у взаємозв'язку, та умовозабезпечуючих чинників (процедур), які створюють необхідні умови для оптимального використання цих ресурсів з метою досягнення відповідних орієнтирів інноваційної діяльності та підвищення конкурентоспроможності підприємства в цілому» [11].

На погляд О.В. Сидич [12, с. 87], інноваційний потенціал – це сукупність виробничих, наукових, фінансових, маркетингових, кадрових, організаційних ресурсів і можливостей, що забезпечують готовність і здатність підприємства здійснювати інноваційну діяльність при постійному удосконаленні системи управління нею з урахуванням факторів нестабільності ринкового середовища.

Дуже схожою є думка О.В. Рудики [13, с. 27], що інноваційний потенціал підприємства – це здатність підприємства займатися інноваційною діяльністю, сукупність ресурсів, необхідних для впровадження інноваційної діяльності і виробництва інноваційних продуктів. Таке визначення інноваційного потенціалу підприємства враховує два моменти: з одного боку, «інноваційний потенціал підприємства» – це категорія, яка характеризує потенційні можливості до здійснення інноваційної діяльності, з іншого – наявність ресурсів. Під потенційними можливостями розуміється сукупність чинників і методів, які роблять впровадження інноваційної діяльності можливим. Самі по собі окремі ресурси не здатні виробити інноваційний продукт.

Таким чином, проаналізувавши наявні в літературі визначення інноваційного потенціалу підприємств, ми дійшли висновку, що найбільш адекватними є визначення, надані В.А. Вербою та І.В. Новіковою, О.В. Сидич та О.В. Рудиною.

Отже, на нашу думку, *інноваційний потенціал підприємства* – це сукупність виробничих, наукових, фінансових, маркетингових, кадрових, організаційних та інших ресурсів і можливостей, що забезпечують готовність і здатність підприємства здійснювати інноваційну діяльність, та чинників, які створюють необхідні умови для оптимального використання цих ресурсів та можливостей з метою досягнення відповідних орієнтирів інноваційної діяльності та підвищення конкурентоспроможності підприємства в цілому.

Інноваційна діяльність на залізничному транспорті – це комплексний процес створення нових або удосконалення існуючих транспортних послуг (товарів) на основі розробки, впровадження прогресивних техніко-технологічних, організаційно-економічних та управлінських рішень, комерціалізації сучасних споживчих форм; охоплює етапи життєвого циклу товару (послуг) від зародження ідеї і до впровадження інновацій у виробництво.

П.М. Коюда та Г.В. Озерська розуміють під інноваційним потенціалом залізничного транспорту сукупність можливостей, процеси розвитку яких знаходяться в полі

міжорганізаційної взаємодії підприємств залізничного транспорту між собою та з суб'єктами наукової, освітньої, виробничої сфер діяльності, які не належать до внутрішнього середовища залізничного транспорту та є основою здійснення та удосконалення інноваційної діяльності з метою трансформації змісту та якості економічного зростання залізничного транспорту [14, с. 43].

Базуючись на цьому визначенні, а також на розробленому нами визначення інноваційного потенціалу підприємства, враховуючи, що локомотивні депо, як і інші лінійні підприємства, не є юридичними особами, надамо визначення інноваційного потенціалу локомотивного депо: це сукупність усіх потрібних для інноваційного розвитку ресурсів і можливостей, що забезпечують готовність і здатність депо здійснювати інноваційну діяльність, та чинників, які створюють необхідні умови для оптимального використання цих ресурсів та можливостей з метою підвищення ефективності інноваційної діяльності як депо, так і залізничного транспорту в цілому.

Висновки з дослідження і перспективи подальших досліджень у даному напрямку. На основі проведеного дослідження нами удосконалено визначення інноваційного

потенціалу підприємства як сукупності виробничих, наукових, фінансових, маркетингових, кадрових, організаційних та інших ресурсів і можливостей, що забезпечують готовність і здатність підприємства здійснювати інноваційну діяльність, та чинників, які створюють необхідні умови для оптимального використання цих ресурсів та можливостей з метою досягнення відповідних орієнтирів інноваційної діяльності та підвищення конкурентоспроможності підприємства в цілому.

Також надане визначення інноваційного потенціалу локомотивного депо: це сукупність усіх потрібних для інноваційного розвитку ресурсів і можливостей, що забезпечують готовність і здатність депо здійснювати інноваційну діяльність, та чинників, які створюють необхідні умови для оптимального використання цих ресурсів та можливостей з метою підвищення ефективності інноваційної діяльності як депо, так і залізничного транспорту в цілому.

Перспективою подальших досліджень може бути визначення структури інноваційного потенціалу локомотивного депо та інших лінійних підприємств залізничного транспорту.

Список використаних джерел

1. Кірдіна, О.Г. Проблеми та перспективи інноваційного розвитку залізничного транспорту [Текст] / О.Г. Кірдіна // Вісник економіки транспорту і промисловості. – 2015. – № 50. – С. 285-289.
2. Дикань, В.Л. Забезпечення ефективності інноваційної діяльності підприємств залізничного транспорту [Текст]: монографія. / В.Л. Дикань, В.О. Зубенко. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – 194 с.
3. Сич, Є.М. Інноваційно-інвестиційний розвиток залізничного транспорту [Текст] / Є.М. Сич, В.П. Ільчук. – К.: Логос, 2002. – 256 с.
4. Воловельська, І.В. Вибір оптимальної інноваційної стратегії підприємств залізничного транспорту [Текст]: автореф. дис... канд. екон. наук: 08.00.04 / І.В. Воловельська [Українська держ. академія залізничного транспорту]. — Харків, 2008. — 20 с.
5. Кірдіна, О.Г. Концепція управління інвестиційно-інноваційним потенціалом залізничного транспорту України [Текст] / О.Г. Кірдіна // Залізничний транспорт України. – 2010. – №2. – С. 13-17.
6. Назаренко, І.Л. Методика оцінки інноваційного потенціалу локомотивного депо [Текст] / І.Л. Назаренко // Вісник економіки транспорту і промисловості. – 2012. – №37. – С. 254-259.
7. SABADKA, Dusan. Innovation potential metrics [Text] // Annals of facility engineering Hunedoara – international journal of engineering (HUNEDOARA, ROMANIA). Tome X (Year 2012). Fascicule 3. ISSN 1584 – 2673.
8. Гриньов, А.В. Оцінка інноваційного потенціалу підприємства [Текст] / А.В. Гриньов // Проблеми науки. — 2003. — № 12. — С. 12-17.
9. Богма, О.С. Сутність інноваційного потенціалу підприємства [Текст] // Вісник Запорізького національного університету. Сер. Економічні науки. – 2011. – № 1(9). – С. 12-15.

10. Гунин, В.Н. 17-модульная программа для менеджеров. Модуль 7: Управление развитием организации [Текст] / В.Н. Гунин, В.П. Баранчев, В.А. Устинов, С.Ю. Ляпина — М.: ИНФРА-М, 1999. — 328 с.

11. Верба, В.А. Методичні рекомендації з оцінки інноваційного потенціалу підприємства [Текст] / В.А. Верба, І.В. Новікова // Проблеми науки. — 2003. — №4. — С. 22.

12. Сидич, О.В. Діагностика інноваційного потенціалу підприємств [Текст] / О.В. Сидич // Економіка і регіон. — 2005. — №3. — С. 87-91.

13. Рудька, О.В. Интегральная оценка уровня развития инновационного потенциала предприятия [Текст] // Бизнес Информ. — 2006. — №3. — С. 27-34.

14. Коюда, П.М. Інноваційний потенціал залізничного транспорту: сутність, структура та фактори впливу [Текст] / П.М. Коюда, Г.В. Озерська // Вісник економіки транспорту і промисловості. — 2013. — № 43. — С. 41-45.

Рецензент д-р екон. наук, професор О.Г. Кірдіна

Кукушкіна Світлана Василівна, магістрант кафедри економіки та управління виробничим і комерційним бізнесом Українського державного університету залізничного транспорту. Тел. (057) 730-10-96.

Kukushkina S.V., master student of the department of economy and management of production and commercial business, Ukrainian State University of Railway Transport, tel.: (057) 730-10-96.

Наукова праця здана до друку 29.09.2015 р.

УДК 338. 47: 629. 44

ФОРМУВАННЯ МЕХАНІЗМУ УПРАВЛІННЯ ЕКОНОМІЧНОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ ВАГОННОГО ГОСПОДАРСТВА

Д-р екон. наук В.В. Дикань, магістрант Д.С. Тимофєєв

ФОРМИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ВАГОННОГО ХОЗЯЙСТВА

Д-р екон. наук В.В. Дикань, магистрант Д.С. Тимофеев

FORMULATING MECHANISM OF MANAGEMENT OF ECONOMICAL ACTIVITIES OF THE ROLLING STOCKS

Doctor of economic sciences V.V. Dikan, master student D.S. Timofeev

Сформовано комплексний підхід до формування механізму управління економічною діяльністю вагонного господарства. Виявлено умови та фактори, які впливають на формування об'єктів управління економічною діяльністю залізничного транспорту. Встановлено, що об'єктами управління виступають організаційно відокремлені ланцюги вагонного господарства, а також структурні ланцюги системи управління і функції, які мають свій механізм управління.

Ключові слова: механізм управління, економічна діяльність залізничного транспорту, принципи управління.

Сформирован комплексный подход к формированию механизма управления экономической деятельностью вагонного хозяйства. Выявлено условия и факторы, которые влияют на формирование объектов управления экономической деятельностью железнодорожного транспорта. Установлено, что в качестве объектов управления выступают организационно обособленные звенья

вагонного господарства, а также структурные звенья системы управления и функции, которые имеют свой механизм управления.

Ключевые слова: механизм управления, экономическая деятельность железнодорожного транспорта, принципы управления.

A complex approach is formulated to the forming a mechanism of management of economic activities of the rolling stocks. Condition and factors of objects of management of economic activity of railway transport were identified. It was found in the domain of facilities management, perform organizational and separate units of the rolling stock and structural parts of the control system and functions, which have their control mechanism.

Keywords: the control mechanism, economic of railway transport, principles of management.

Постановка проблеми. Залізничний транспорт є складовою частиною господарського комплексу країни, який забезпечує необхідні потреби в реалізації економічних і соціальних зв'язків між різними галузями і регіонами країни, а також за її межами. І саме тому рівень розвитку залізничного транспорту повинен відповідати, а у ряді випадків навіть випереджати рівень розвитку основних галузей народного господарства України. З розвитком ринкових відносин в Україні, відбуваються корінні зміни в суспільному житті, внаслідок чого виникає потреба в удосконаленні методів управління економічною діяльністю залізничного транспорту. Особлива увага при цьому повинна приділятися вагонному господарству як складній багатопільовій соціально-економічній системі. Механізм управління вагонним господарством повинен забезпечувати чітку взаємодію всіх його підсистем і вирішення завдань, які стоять перед ним.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідженню проблем удосконалення механізму управління вагонним господарством приділили увагу такі вчені-економісти, як Позднякова Л.О. [4], Терьошина Н.П. [5], Корнійчук М.П. [6], Дмитрієв В.А. [7] та інші. В своїх працях автори описують проблематику управління економічною діяльністю залізничного транспорту як в цілому, так і по окремих його господарствах.

Виділення невирішених проблем. В даний час процес ухвалення будь-якого управлінського рішення відбувається в умовах, коли в країні протягом останнього часу спостерігається стабільне зниження ВВП. Обсяги робіт на залізничному транспорті залежать від стабільного функціонування інших підприємств народного господарства і, як наслідок, зниження в країні ВВП – зниження

обсягів перевезень на залізничному транспорті. Тому актуальним є питання удосконалення механізму управління вагонним господарством для забезпечення утримання стабільної його економічної діяльності.

Виклад основного матеріалу дослідження. Актуальність проблеми полягає в тому, що роль та місце вагонного господарства це не тільки забезпечення залізниць справним вагонним парком, який задовольняє вимоги безпеки руху, а й безпосередня участь у виконанні якісних перевезень, зокрема збереження вантажів, що транспортуються. Тобто вагонне господарство повинно забезпечити економічне використання вагонів шляхом якісного виконання ремонтів, ефективної роботи підприємств тощо. Для цього формується належна виробнича база, що включає до себе вагонні депо, пункти технічного обслуговування вагонів та інші підрозділи.

Вагонне господарство як соціально-економічна система являє собою єдність систем, яка управляє і якою управляють, а також сукупність технічної, технологічної та організаційної систем. Іншими словами, будь-який орган (ланцюг) управління вагонним господарством може бути і об'єктом, і суб'єктом управління залежно від того, чи є він джерелом або приймачем управляючих дій.

Під управлінням об'єктом будемо розуміти процес ціленаправленого регулювання його стану. Управління є особливою формою діяльності в процесі виробництва товарів або послуг, що зумовлено розділенням праці, його спеціалізацією і кооперацією.

Функції виробничо-технічного відділу: технічне управління дільницями і відділами депо в частині впровадження нової техніки, механізації і автоматизації робіт, наукової

організації праці; аналіз виробничо-господарської діяльності депо; розробка прогресивних технологічних процесів і організація їх впровадження; розробка графіків роботи обладнання депо і нагляд за його станом; розробка технічної документації на ремонт будівель, проектів та кошторисів на виконання капіталовкладень; розгляд та впровадження раціоналізаторських винаходів; організація навчання робітників правилам технічної експлуатації; технічна пропаганда та впровадження передового досвіду.

Диспетчерський апарат депо виконує оперативний контроль за виконанням змінних та добових завдань з ремонту вагонів, ремонту та виготовленню запасних частин, ремонту обладнання, постачання дільниць і відділень матеріалами та запасними частинами.

В механізмі управління вагонним господарством повинні бути враховані мотиви, які заохочують людей до діяльності, впровадження досягнень науки і техніки в виробництво, підвищення організованості праці, його ефективності та продуктивності.

Вагонне господарство як складна багатоцільова соціально-економічна система потребує, щоб механізм управління забезпечив чітку взаємодію всіх його підсистем і вирішення завдань, які стоять перед ним. З цих позицій у механізмі управління вагонним господарством виділяють соціально-економічний та організаційний механізми.

Сутність соціально-економічного механізму полягає в очевидній для всіх залежності між результатами праці колективу, кожного робітника і прибутку підприємства, заробітної плати. Вказані залежності повинні бути такими, щоб виконувати функцію мотивації до творчого відношення до праці кожного робітника та керівника. Наявність існуючих інформаційних технологій, в тому числі й Інтернету, дозволяє реалізовувати на практиці таке поняття соціально-економічного механізму управління на ремонтних підприємствах, і в цілому у вагонному господарстві.

Економічний механізм управління ремонтними підприємствами може розглядатися як в масштабі управління виробничою дільницею або депо, так і в масштабі управління вагонного господарства більш високого рівня.

Актуальність розробки і реалізації соціально-економічних механізмів управління у вагонному господарстві значно зростає у зв'язку з реформуванням транспорту, серед цілей якого важливе місце займає настанова на створення конкурентного середовища в сфері таких послуг, як ремонт і технічне обслуговування рухомого складу. Залізничний транспорт функціонує як розділене ціле. До його складу входять різні служби, заводи, проектно-конструкторські організації, наукові та навчальні заклади. Всі вони виконують окремі функції, які наділені відповідними правами і відповідальністю. Ці елементи транспортної системи взаємопов'язані за допомогою встановлення чіткого порядку і форми взаємодіючих складових частин. Сказане відноситься і до будь-якої складної підсистеми транспортної системи, яка виконує автономну функцію. Завданнями з розділення єдиної, скажімо, системи забезпечення безпеки руху на складові частини, з розподілення між ними функцій, прав і відповідальності, із встановлення правил їх взаємодії виконує організаційний механізм управління безпеки руху. Розділення єдиної галузевої системи забезпечення безпеки руху реалізовано за ознакою приналежності об'єктів до тих або інших служб: підсистеми забезпечення безпеки вагонів, локомотивів, шляхів, організації руху. В свою чергу, кожна із вказаних підсистем, підкоряючись логіці дослідження, підлягає розділенню на більш дрібні складові частини. Так, підсистему забезпечення безпеки вагонів при вирішенні ряду завдань вигідно розділити відповідно до основних функцій вагонного господарства: своєчасне виявлення шкідливих ушкоджень та відмов відповідальних елементів конструкції вагонів, технічне обслуговування і поточний ремонт вагонів на шляху їх прямування, ремонти вагонів великого обсягу (ДР і КР), підготовка вагонів до перевезень, розробка технічних умов на нові конструкції вагонів, їх замовлення, своєчасне списування зношених вагонів.

Важливо вказати умови та фактори, які впливають на формування об'єктів управління.

В межах невеликої групи (бригада, виробничі дільниці депо) об'єктом управління є людина і його праця. В більш широких масштабах об'єктом управління виступають великі колективи людей, виділені в

організаційні ланцюги вагонного господарства (колектив депо, вагонної служби залізниці).

В соціально-економічній системі один і той же ланцюг може бути і об'єктом, і суб'єктом управління залежно від того, є він джерелом чи приймальником управляючих дій.

Тому під формуванням об'єкта управління розуміють організаційне виділення ланцюгів виробництва і системи управління ними. Основним структуроутворюючим ланцюгом вагонного господарства є вагонне депо, яке виступає точкою відліку рівнів як в масштабі всього вагонного господарства, так і в масштабі депо. Саме депо є основою формування об'єктів управління вагонного господарства різних масштабів: галузі, залізниці, відділення залізниці, відділку.

Виділення об'єктів управління здійснюється за функціями і трудомісткістю їх реалізації. Як сказано вище, об'єктами управління виступають організаційно відокремлені ланцюги вагонного господарства, а також структурні ланцюги системи управління і функції, які мають свій механізм управління. Відповідно до цього розділяють виробничі, структурні і функціональні об'єкти управління. Виділення об'єктів управління є основою організаційної побудови системи і механізму управління.

При формуванні об'єктів управління вагонним господарством необхідно враховувати економічні, організаційні, соціальні і техніко-технологічні фактори. Всі вони по-різному впливають на визначення масштабів і характеру об'єктів управління. Тому необхідний аналіз спільних дій цих факторів, а також їх ув'язування.

Економічні фактори дозволяють найбільш повно врахувати потреби економічних законів в управлінні вагонним господарством.

Процес управління підприємством починається з постановки завдань і планування. Функція планування полягає у визначенні цілі і завдань управління виробництвом, а також засобів досягнення цілей. Планування включає

до себе прогнозування розвитку вагоноремонтного виробництва на основі, скажімо, математичного моделювання керованих об'єктів або використання методів експертних оцінок, встановлення термінів, темпів і пропорцій зростання або сповільнення виробництва. Це найбільш імовірна функція управління серед основних.

Координація направлена на підтримання потрібного співвідношення між різними елементами транспортної системи, забезпечення необхідної узгодженості дій робітників.

Функція стимулювання також є формою прояву ціленаправленого впливу на робітників шляхом стимулювання до ефективної праці. Функція контролю полягає у систематичному нагляді за діяльністю робітників з метою виявлення відхилень від встановлених норм і правил, вимог до процесу функціонування ремонтних підприємств або органів управління.

В теорії управління розглядаються і так звані конкретні функції управління виробництвом. Якщо основні функції є загальними для будь-яких процесів управління, то конкретні функції притаманні тим чи іншим конкретним елементам об'єкта управління, відображаючи їх специфіку. Питання полягає у виділенні вказаних об'єктів. Оскільки види діяльності достатньо великого ремонтного підприємства вагонного господарства багатогранні, то доцільно як об'єкт управління виділити тільки структурно відокремлені виробничо-господарські ланцюги.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Проведене дослідження механізму управління вагонним господарством залізниць України підтверджує необхідність удосконалення механізму управління економічною діяльністю вагонного господарства. Запропоновані заходи можуть бути запроваджені для покращення рівня системи забезпечення безпеки руху за допомогою підвищення ефективного функціонування підприємств вагонного господарства.

Список використаних джерел

1. Нацбанк раскрыл показатели обвала украинской экономики [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://pronedra.ru/globaleconomics/2015/01/17/ukraina-obval-ekonomiki/>.

2. Стабильное ухудшение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://news.finance.ua/ru/news/-/358000/bezrobotitsa-dostigla-samogo-vysokogo-urovnya-za-vsyu-istoriyu-ukrainy-minsotspolitiki>.
3. Спад промпроизводства на Украине в прошлом году ускорился до 17,9 % [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.unian.net.
4. Позднякова, Л.О. Экономика железнодорожного транспорта [Текст] / Л.О. Позднякова, О.Г. Дейнека [та ін.]; за ред. Л.О. Поздняковой. – Харків, 2010. – 251 с.
5. Терёшина, Н.П. Экономика железнодорожного транспорта [Текст] / Н.П. Терёшина, В.Г. Галабурда, М.Ф. Трихунков [и др.]; под ред. Н.П. Терёшиной, Б.М. Лapidуса, М.Ф. Трихункова. – М.: УМЦ ЖДТ, 2006. – 801 с.
6. Корнійчук, М.П. Технологія галузі і технічні засоби залізничного транспорту [Текст] / М.П. Корнійчук, Н.В. Липовець, Д.О.Шамрай. – К.: Дельта, 2008. – 500 с.
7. Дмитриев, В.А. Экономика железнодорожного транспорта [Текст] / В.А. Дмитриев, А.И. Журавель, А.Д. Шишков; под ред. В.А. Дмитриева. – М.: Транспорт, 1996. – 328 с.
8. Белов, И.В. Экономика железнодорожного транспорта [Текст] / И.В. Белов, Н.П. Терешина, В.Г. Галабурда [и др.], под ред. Н.П. Терешинной, Б.М. Лapidуса, М.Ф. Трихункова. – М.: УМК МПС России, 2001. – 600 с.
9. Савицкая, Г.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия [Текст] / Г.В. Савицкая. – Минск: ООО «Новое знание», 2002. – 704 с.
10. Галабурда, В.Г. Единая транспортная система [Текст] / В.Г. Галабурда. – М.: Транспорт, 1996. — 295 с.
11. Белов, И.В. Экономика железнодорожного транспорта [Текст] / И.В. Белов, В.Г. Галабурда, В.Ф. Данилин; под ред. И.В. Белова. – М.: Транспорт, 1989. – 351 с.

Дикань Олена Володимирівна, доктор екон. наук, професор, кафедра менеджменту і адміністрування, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-47. E-mail: glo2012@mail.ua.
Тимофеев Дмитро Сергійович, магістрант кафедри менеджменту і адміністрування Українського державного університету залізничного транспорту. E-mail: timofeev_d@mail.ua.

Dikan Olena, doctor of economic sciences, professor, of the management and administration of Ukrainian State University of Railway Transport. тел.: (057) 730-10-47. E-mail: glo2012@mail.ua
Timofeev Dmitry, master student of the management and administration of Ukrainian State University of Railway Transport. E-mail: timofeev_d@mail.ua.

Наукова праця здана до друку 06.10.2015 р.

ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА УПРАВЛІННЯ НИМИ

УДК 621.391: 681.518

ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СОРТУВАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ НА СОРТУВАЛЬНИХ ГІРКАХ

Магістр О.П. Герасим

ИССЛЕДОВАНИЕ ПУТЕЙ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ СОРТИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА НА СОРТИРОВОЧНЫХ ГОРКАХ

Магістр О.П. Герасим

STUDY WAYS OF IMPROVING THE TECHNOLOGY SCREENING PROCESS FOR SORTING SLIDES

Master student O.P. Gerasim

Проведено аналіз шляхів удосконалення технології сортувального процесу, підвищення рівня його автоматизації. Наведено параметри поздовжнього профілю спускної частини сортувальних гірок країн СНД, німецького, американського типів і методика їх визначення.

***Ключові слова:** сортувальна гірка, гальмівна позиція, уповільнювач, гіркова автоматична централізація, ходові якості відцепи, поздовжній профіль сортувальної гірки.*

Проведен анализ путей совершенствования технологии сортировочного процесса, повышение уровня его автоматизации. Приведены параметры продольного профиля спускной части сортировочных горок стран СНГ, немецкого, американского типов и методика их определения.

***Ключевые слова:** сортировочная горка, тормозная позиция, замедлитель, горочная автоматическая централизация, ходовые качества отцепы, продольный профиль сортировочной горки.*

The analysis of ways of improving the technology screening process, increasing the level of automation. Shows the parameters of the longitudinal profile of the drain side sorting yards CIS, German, American types and methods of their determination.

***Keywords:** hump, brake position, the retarder yard automatic centralization, driving performance unhooked, the longitudinal profile of the hump.*

Вступ. В умовах відомої кон'юнктури на ринку енергоносіїв і жорсткої конкуренції в сфері перевезень, актуальними стають дослідження щодо оптимізації витрат, якими супроводжується перевізний процес. В тому числі, ця проблема дослідження шляхів удосконалення технології сортувального процесу є актуальною. Зважаючи на значне падіння обсягів вантажних перевезень, поглибленого впливом світової економічної кризи, фізичне та моральне старіння основних фондів, можна зробити висновок щодо невідповідності витрат для забезпечення сортувального процесу до розмірів переробки

вагонів на сортувальних пристроях. Як наслідок, можна констатувати невинуватене збільшення собівартості переробки одного вагона.

Постановка проблеми. Конструктивні параметри існуючих вітчизняних сортувальних пристроїв були отримані всередині минулого сторіччя. Слід зазначити, що відомі на той час методики їх розрахунку були спрямовані на інтенсифікацію сортувального процесу для забезпечення переробки зростаючих обсягів вагонопотоків [1, 2]. Крім того, тогочасний парк вантажних вагонів відрізнявся своїми ходовими якостями від сучасного, а саме

значно більшим значенням основного питомого опору руху. Протягом багаторічної експлуатації сортувальних гірок на них суттєво змінилися поздовжній і поперечний профілі, опір, що долається відчепами при скочуванні з гірки, тобто існуючий стан засобів механізації та автоматизації сортувального процесу не повною мірою відповідає реальному стану поздовжнього та поперечного профілів сортувальної гірки. Тому актуальним стає питання автоматизованого обчислення за відповідними методиками ефективності використання вагонних уповільнювачів для сучасних умов експлуатації пристроїв механізації та автоматизації сортувальних гірок.

Аналіз досліджень та публікацій.

Системи залізничної автоматики (ЗА), у тому числі і гіркової автоматичної централізації (ГАЦ), що функціонують на сьогодні на залізницях України, а розроблялися ще в минулому столітті, істотно застаріли і мають ряд недоліків [13]:

- не задовольняють сучасні вимоги комплексної автоматизації перевізного процесу;
- недостатня швидкодія;
- низька інформативність, заснована на простоті елементної бази;
- орієнтованість на перехід до ручного управління в будь-яких нестандартних ситуаціях;
- відсутність засобів діагностики і контролю параметрів системи;
- мала автоматизація процесу технічної обробки вантажних вагонів (рівень механізації 22-х сортувальних гірок 15 станцій – всього 60 %);
- стримують процеси масового впровадження в галузь нових інформаційних технологій;

– вимагають значних експлуатаційних витрат, регламентних методів обслуговування для підтримки їх працездатного стану.

Більшість традиційних технологій вичерпали свій резерв підвищення економічної і технологічної ефективності. Тому подальше інвестування засобів в старі ресурсозатратні технології означає неминуче зниження конкурентоспроможності залізничного транспорту.

У сучасних економічних умовах процес оновлення і переоснащення господарства сигналізації та зв'язку вимагає залучення значних капіталовкладень для впровадження сучасних технічних засобів і технологій. На сьогодні при експлуатації діючих пристроїв ЗА актуальною є проблема енергозбереження, зменшення матеріальних та експлуатаційних витрат.

Нині в Україні експлуатується 177 сортувальних пристроїв, з яких гірок механізованих – 36, немеханізованих – 11, малої потужності – 97, похилих витяжок – 22, профільованих витяжок – 11.

У цілому сортувальні пристрої забезпечують необхідну переробку вагонопотоку. Однак аналіз їх технічного оснащення вказує на значний знос технічних засобів, зокрема пристроїв регулювання швидкості відчепів.

Нині на сортувальних пристроях мережі експлуатується 1098 вагонних уповільнювачів восьми типів (рис. 1). Переважна більшість гіркових і паркових уповільнювачів, за виключенням ВУПГ, НК-114 та КЗ-3 (близько 6 % загальної кількості), морально застаріли (строк експлуатації деяких моделей складає більше 20 років при допустимих 12 роках). Їх відрізняє підвищене енергоспоживання і трудомісткість обслуговування [5-8].

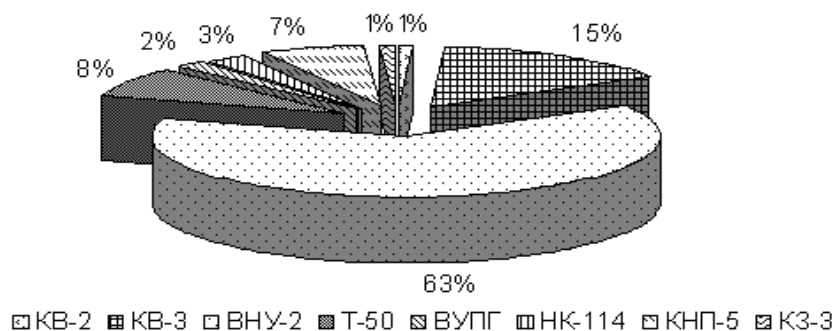


Рис. 1. Структура існуючого парку вагонних уповільнювачів на мережі залізниць України

Значний час і досвід експлуатації цих уповільнювачів дозволив систематизувати їхні недоліки і виділити головні:

- складність і громіздкість конструкції;
- надмірна питома металоємність при низькій допустимій швидкості входу відчепів на уповільнювач;
- значна витрата енергоресурсів на одиницю гальмівної потужності;
- велика інерційність спрацьовування і нестабільність гальмівних характеристик.

Вказані недоліки ускладнюють їх експлуатацію, збільшують вірогідність пошкодження вагонів і вантажів у процесі розформування поїздів, призводять до значних енергетичних і ресурсовитрат [11]. У зв'язку з цим виникла проблема розроблення і впровадження сучасних гальмівних механізмів, а також організації їх ефективної експлуатації, включаючи обслуговування і ремонт.

З'явилася необхідність у реконструкції головних сортувальних станцій із заміною гіркових і паркових вагонних уповільнювачів, що виробили ресурс, на гальмівні пристрої нового покоління, що відповідають сучасним експлуатаційно-технічним вимогам, у першу чергу з надійності і економічності, а також з металоємності, швидкодії і трудовитрат на обслуговування. У той же час стає актуальним перерахування необхідної потужності гальмових засобів.

Мета роботи. Розроблення заходів щодо зниження експлуатаційних витрат на утримання сортувальних гірок, що дозволить досягти економічного ефекту без істотних капіталовкладень і реконструкції діючих пристроїв, а також реалізувати подальшу оптимізацію сортувального процесу без суттєвого впливу на вантажообіг.

Аналіз шляхів удосконалення технології сортувального процесу, підвищення рівня його автоматизації. Ускладнення завдань (у тому числі і необхідність підвищення переробки на станції при різкому підвищенні якості переробки), величезний об'єм чинників, що впливають на якість сортувального процесу, підвищення загального інтелектуально-технічного рівня виконавців робить ручну працю значно дорожчою і менш ефективною на сортувальній гірці, а «людський чинник» сприятливим до виникнення позаштатних ситуацій.

У цих умовах релейні системи вичерпали свій технологічний ресурс – вони не мають перспектив. Так само не має перспектив розділення по окремих системах функцій ГАЦ і АРШ. Досвід розвитку гіркових систем за кордоном і вітчизняний досвід указують на перспективу впровадження повнофункціональних мікропроцесорних (МП) систем керування технологічним процесом розпуску складів, основною умовою ефективності яких є збереження рівня безпеки при скороченні персоналу, зокрема зниження ролі «людського чинника» в технологічному процесі.

Підвищення ефективності роботи гіркових механізмів та інших технічних засобів можливо досягнути при впровадженні системи, що містить чотири основні автоматизовані підсистеми керування:

- маршрутами скочування відчепів і контролю маневрових пересувань;
- швидкістю відчепів, що скочуються з гірки;
- швидкістю руху складу при насуві і розпуску;
- переміщенням вагонів на сортувальних коліях.

Виходячи з досвіду розвитку вітчизняних і зарубіжних технологій роботи сортувальних станцій необхідно забезпечити розширення зони автоматизації за рахунок автоматизації:

- вигальмовування відчепів з мінімізацією ручних втручань;
- процесу авторозчеплення;
- процесу закріплення складів у горизонтальних парках і загородження колій сортувального парку;
- зчитування номерів вагонів, що прибувають і відправляються зі станції;
- процесів планування, включаючи оперативне;
- системи звітності станції.

Це дозволить скоротити кількість обслуговуючого персоналу та позбутися таких небезпечних і непривабливих професій, як башмачник і розчіплювач.

Впровадження видаленого моніторингу поїзної і технологічної ситуації на станції дозволить контролювати місцезнаходження локомотива з боку оператора і чергового по парку з передачею інформації про місцеположення, фактичну швидкість і напрям руху локомотива з відображенням цієї

інформації на автоматизованих робочих місцях оперативного персоналу.

Перспективною також є інтеграція локомотивного обладнання системи дистанційного керування в МП пристрої керування самим локомотивом.

Широке застосування цієї технології за кордоном показує доцільність дистанційного керування локомотивами в межах станції для автоматизації маневрової роботи [3-4]. Використання цієї технології доцільне для вирішення таких завдань:

- здійснення маневрових операцій в одну особу в спеціалізованих парках станції для скорочення перепробігу маневрових локомотивів;

- забезпечення насуву і розпуску відцепів на сортувальній гірці без машиніста.

Пріоритетним напрямом розвитку технічних засобів і систем керування для сортувальних станцій, що забезпечує мінімізацію ручних втручань при розформуванні і формуванні складів із забезпеченням збереження вагонів і вантажів, є широке впровадження МП техніки.

У той же час урахування значних змін (з часів впровадження) профілю спускової частини і підгіркових колій, перерахунок необхідної потужності гальмівних засобів для регулювання швидкості скочування вагонів дає можливість досягти значного енергозберігаючого ефекту реалізацією прицільного гальмування однією або двома гальмівними позиціями і скорочення кількості уповільнювачів на третій гальмівній позиції, де це можливо.

Вирішення питання автоматизації роботи сортувальної станції зводиться до розроблення комплексної системи керування. Особливістю цієї системи є об'єднання рівнів планування і управління в єдине ціле на основі загальної інформаційної бази. Це дозволить створити єдину базу даних для всіх служб, що беруть участь у технологічному процесі роботи станції і автоматизувати роботу як гірки, так і всієї станції, що містить такі компоненти:

- підсистема гіркової мікропроцесорної автоматичної централізації;

- підсистема гіркового програмно-задавального пристрою;

- підсистема управління прицільним гальмуванням;

- підсистема гіркової АЛС із використанням радіоканалу;

- підсистема автоматизації керування компресорною станцією;

- підсистема контролю і діагностики станційних пристроїв.

Створення такої системи дозволить підвищити безпеку роботи станції, автоматизувати управління насувом і розпуском складів, ввести контроль за обробкою складу, виключити небезпечну працю сигналістів з закріплення складів і регулювальників швидкості з вигальмовування відцепів.

Визначення раціональних параметрів поздовжнього профілю спускової частини сортувальних гірок. У загальному вигляді процедура визначення міри нахилу елементів конструкції поздовжнього профілю спускової частини полягає у наступному. На першому етапі за вихідну конструкцію поздовжнього профілю приймається профіль, параметри якого наведено на рис. 2 (поздовжні профілі гірок, характерних для країн СНД, німецького та американського типів) та у таблиці. При цьому пропонується проміжну дільницю гірок з розташуванням І ГП до першої розділової стрілки розбивати на дві дільниці для можливості підвищення впливу профілю на параметри сортувального процесу.

На другому етапі визначається інтервал (δ) на останньому вагонному уповільнювачі І ГП між вагонами, що скочуються в розрахунковому сполученні РБ–ХБ у несприятливих метеорологічних умовах. Якщо $\delta > 1$, то зменшується міра нахилу перших двох елементів при збереженні різниці крутості цих елементів $25 \text{ }^{\circ}/\text{00}$ (якщо дозволяють обмеження) до виконання умови

$$\frac{l_g^{PB} - \Delta l_{\text{відр}}}{V_p} + t_{\text{ВХ ХБ}}^{\text{ОСТ.УП.ІГП}} - t_{\text{ВИХ РБ}}^{\text{ОСТ.УП.ІГП}} = 1, \quad (1)$$

де l_g^{PB} – довжина РБ по осях автозчеплень, м;

$\Delta l_{\text{відр}}$ – різниця координат x_g РБ і ХБ у момент відриву, м;

$t_{\text{ВХ ХБ}}^{\text{ОСТ.УП.ІГП}}$ – тривалість скочування ХБ до моменту входу на останній уповільнювач І ГП, с;

$t_{\text{ВИХ РБ}}^{\text{ОСТ.УП.ІГП}}$ – тривалість скочування РБ до моменту виходу з останнього уповільнювача І ГП, с.

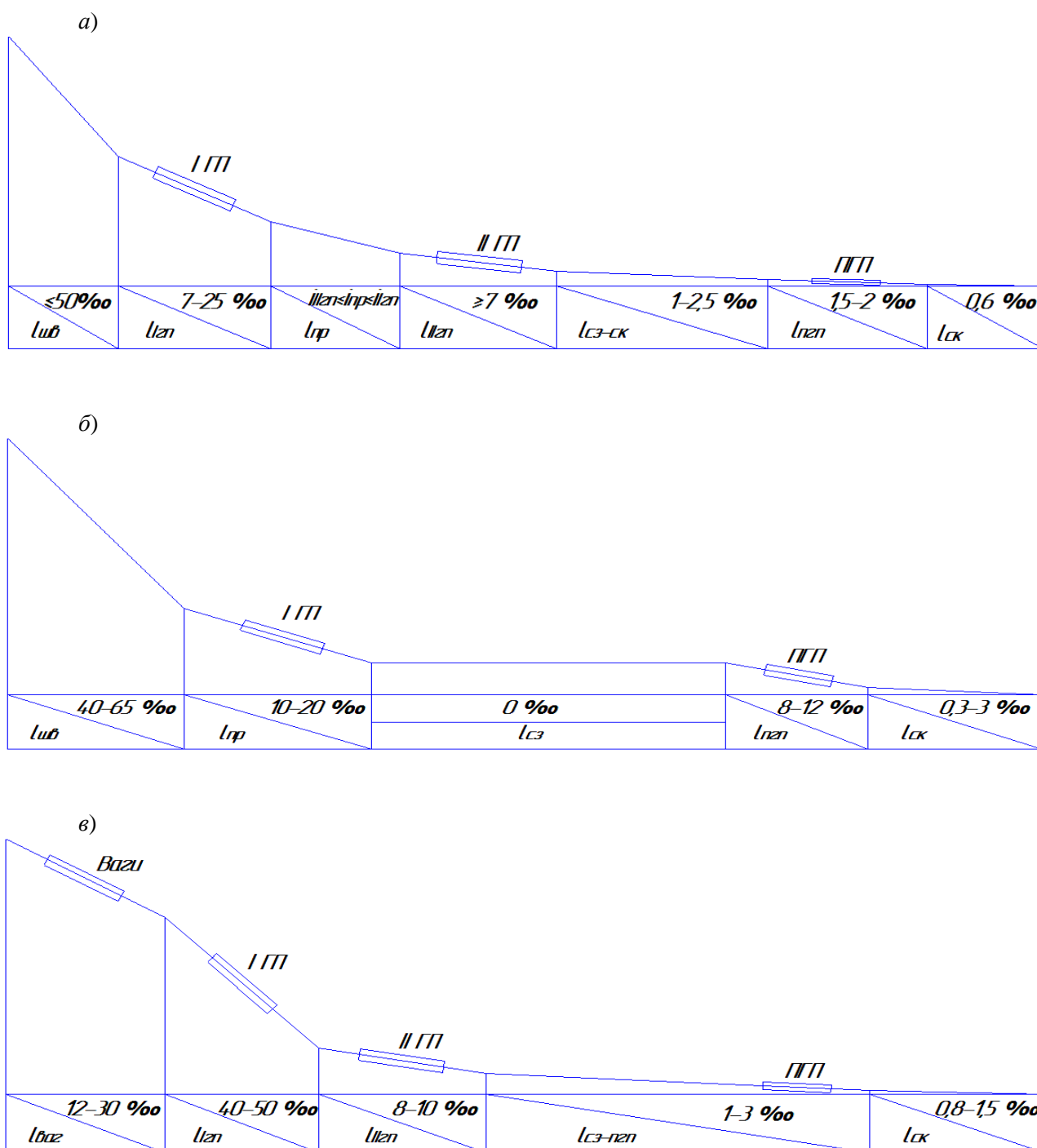


Рис. 2. Поздовжній профіль сортувальної гірки:
 а – країн СНД; б – німецького типу; в – американського типу

Таблиця

Параметри вихідної конструкції поздовжнього профілю спускної частини

Елемент поздовжнього профілю спускної частини сортувальної гірки		Позначення крутості елемента поздовжнього профілю	Крутість елемента поздовжнього профілю, ρ°
з розташуванням І ГП до першої розділової стрілки (гірка 1-го типу)	з розташуванням І ГП за першою розділовою стрілкою (гірка 2-го типу)		
швидкісний	перший швидкісний	i_1	50
І ГП	другий швидкісний	i_2	25
перший проміжний	І ГП	i_3	7
другий проміжний	проміжний	i_4	7
ІІ ГП		i_5	26,5
стрілочна зона і ділянка сортувальних колій до кінця ПГП		i_6	1,5
ділянка сортувальних колій від кінця ПГП до РТ		i_7	0,6

На третьому етапі в несприятливих метеорологічних умовах визначається швидкість РБ у РТ ($V_{РТ}^{РБ}$). Якщо РБ не докочується до РТ, то збільшується крутість четвертого елемента профілю до виконання умови

$$0 < V_{РТ}^{РБ} \leq 0,1. \quad (2)$$

Якщо $V_{РТ}^{РБ} > 0,1$, зменшується крутість п'ятого елемента профілю до виконання умови (2).

На четвертому етапі у несприятливих метеорологічних умовах виконується гальмування ХБ на останньому уповільнювачі І ГП за умовами

$$\frac{l_{\epsilon}^{РБ} - \Delta l_{відр}}{V_p} + t_{ВХ ХБ}^{СТР.1} - t_{ВИХ РБ}^{СТР.1} \geq 1; \quad (\text{для гірки 1-го типу})$$

$$\frac{l_{\epsilon}^{РБ} - \Delta l_{відр}}{V_p} + t_{ВХ ХБ}^{СТР.2} - t_{ВИХ РБ}^{СТР.2} \geq 1; \quad (3)$$

$$\frac{l_{\epsilon}^{РБ} - \Delta l_{відр}}{V_p} + t_{ВХ ХБ}^{УП.ІІІІІ} - t_{ВИХ РБ}^{УП.ІІІІІ} \geq 1;$$

.....

$$\frac{l_{\epsilon}^{РБ} - \Delta l_{відр}}{V_p} + t_{ВХ ХБ}^{ОСТ.УП.ІІІІІ} - t_{ВИХ РБ}^{ОСТ.УП.ІІІІІ} \geq 1,$$

де $t_{ВХ ХБ}^{СТР.1}$, $t_{ВХ ХБ}^{СТР.2}$, $t_{ВХ ХБ}^{УП.ІІІІІ}$, $t_{ВХ ХБ}^{ОСТ.УП.ІІІІІ}$ – тривалість скочування ХБ відповідно до моменту входу на першу та другу стрілочні переводи, перший та останній уповільнювачі ІІ ГП, с;

$t_{ВИХ РБ}^{СТР.1}$, $t_{ВИХ РБ}^{СТР.2}$, $t_{ВИХ РБ}^{УП.ІІІІІ}$, $t_{ВИХ РБ}^{ОСТ.УП.ІІІІІ}$ – тривалість скочування РБ відповідно до моменту виходу з першого та другого стрілочних переводів, першого та останнього уповільнювачів ІІ ГП, с.

На п'ятому етапі в несприятливих метеорологічних умовах:

1) виконується гальмування ХБ на уповільнювачах ІІ ГП за умовою

$$\frac{l_{\epsilon}^{ХБ} + \Delta l_{відр}}{V_p} + t_{ВХ РБ}^{ОСТ.СТР} - t_{ВИХ ХБ}^{ОСТ.СТР} = 1, \quad (4)$$

де $l_{\epsilon}^{ХБ}$ – довжина ХБ по осях автозчеплень, м;
 $t_{ВХ РБ}^{ОСТ.СТР}$ – тривалість скочування РБ до моменту входу на останній стрілочний перевід, с;
 $t_{ВИХ ХБ}^{ОСТ.СТР}$ – тривалість скочування ХБ до моменту виходу з останнього стрілочного переводу, с;

2) перевіряється умова розділення розрахункових бігунів у сполученні ХБ–РБ на інших розділових елементах

$$\frac{l_{\epsilon}^{XB} + \Delta l_{\text{відр}}}{V_p} + t_{BX RB}^{СТР.(МП.)} - t_{ВІХ ХБ}^{СТР.(МП.)} \geq 1; \quad (5)$$

3) перевіряється умова розділення розрахункових бігунів у сполученні РБ–ХБ на стрілочних переводах, що розташовані за II ГП,

$$\frac{l_{\epsilon}^{PB} - \Delta l_{\text{відр}}}{V_p} + t_{BX XB}^{СТР.3,4,\dots} - t_{ВІХ РБ}^{СТР.3,4,\dots} \geq 1. \quad (6)$$

Якщо якась з умов не виконується, слід підвищити висоту гірки за рахунок збільшення міри нахилу відповідних елементів профілю в рамках встановлених обмежень.

Висновок. З огляду на викладене, можна зробити такі висновки.

1. На сортувальних станціях, що діють, як найбільш раціональний шлях підвищення ефективності роботи сортувальних гірок, збереження вантажів, що перевозяться, безпеки розпуску складів і техніки особистої безпеки експлуатаційного персоналу слід розглядати механізацію і автоматизацію сортувального процесу з використанням вагонних уповільнювачів сучасної конструкції і впровадження автоматизованих систем керування сортувальним процесом на базі МП техніки.

2. Відсутність комплексного підходу до автоматизації сортувального процесу є основним недоліком діючих сортувальних систем.

3. Застосування різних типів датчиків у гіркових системах зумовлено необхідністю подвійного або потрійного контролю рухомих об'єктів з причини низької завадостійкості датчиків. Тому виникає необхідність застосування нових типів датчиків, які мають ряд додаткових функцій:

– визначення положення осі колеса рухомого складу відносно датчика (для синхронізації вимірювальної апаратури);

– підрахунок кількості осей рухомого складу;

– визначення параметрів рухомого складу (наявність поїзда на ділянці вимірювання, тип вагона за осью формулою, довжина бази вагона) і параметрів його руху (напрямок руху, швидкість, прискорення);

– розпізнавання типу кожної рухомої одиниці по міжосьових відстанях (пасивна динамічна ідентифікація рухомих одиниць у відчепках).

4. Для оцінки автоматизованої системи мають значення не тільки фінансові кошти для першої інвестиції, але і експлуатаційні витрати. На сьогодні рівень розвитку техніки дозволяє використовувати значною мірою стандартизовані компоненти, чим зводиться до мінімуму об'єм і номенклатура запасних частин.

5. Доцільно розрахунок висоти гірки виконувати комплексно з урахуванням забезпечення допустимої швидкості співударання вагонів у сортувальному парку з одночасною перевіркою інтервалів між відчепами.

Список використаних джерел

1. Правила и нормы проектирования сортировочных устройств на железных дорогах СССР [Текст] // ВСН 207 – 89; МПС. – М.: Транспорт, 1992. – 104 с. – (Нормативное производственно-практическое издание).
2. Пособие по применению правил и норм проектирования сортировочных устройств: производственно-практическое издание [Текст] / Ю.А. Муха, Л.Б. Тишков, В.П. Шейкин [и др.]. – М.: Транспорт, 1994. – 220 с.
3. Грау, Б. Проектирование железнодорожных станций [Текст] / Б. Грау; пер. с нем. В.Я. Болотного. – М.: Транспорт, 1978. – 488 с.
4. Шавкин, Г.Б. Схемы и оснащение сортировочных станций железных дорог США и Западной Европы [Текст] / Г.Б. Шавкин. – М.: Транспорт, 1960. – 64 с.
5. Кобзев, В.А. Средства регулирования скорости вагонов на горочных сортировочных станциях [Текст] / В.А. Кобзев // Железные дороги мира. – 1981. – № 9. – С. 8-28.
6. Кобзев, В.А. Состояние и перспективы развития тормозной горочной техники [Текст] / В.А. Кобзев // Автоматика, связь, информатика. – 2004. – № 11. – С. 2-5.

7. Кобзев, В.А. Перспективные устройства регулирования скорости отцепов для сортировочных горок большой и малой мощности [Текст] / В.А. Кобзев // Железнодорожный транспорт. Серия «Сигнализация и связь» ЭИ/ЦНИИТЭИ. – 2003. – Вып. 3. – С. 10-41.
8. Савицкий, А.Г. Технологические средства на сортировочных станциях: вчера, сегодня, завтра [Текст] / А.Г. Савицкий // Железнодорожный транспорт. – 2005. – № 6. – С.33-37.
9. Огар, О.М. Аналіз і особливості конструкції гіркових горловин вітчизняних сортувальних пристроїв [Текст] / О.М. Огар, О.В. Розсоха, С.М. Светличний // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2007. – Вип. 85. – С. 57–64.
10. Огар, О.М. Розвиток теорії експлуатації та методів розрахунку конструктивно-технологічних параметрів сортувальних гірок [Текст]: дисс... д-ра техн. наук / О.М. Огар. – Харків, 2011. – 368 с.
11. Сопоставительный анализ технических средств для механизации и автоматизации сортировочных станций применяемых на Российских железных дорогах и за рубежом [Текст]: науч.-исследов. отчёт / ВНИИАС МПС России; отв. ред. А.В. Николаев. – М., 2007. – 341 с.
12. Шейкин, В.П. Эксплуатация механизированных сортировочных горок [Текст] / В.П. Шейкин. – М.: Транспорт, 1992. – 240 с.
13. Шелухин, В.И. Автоматизация и механизация сортировочных горок [Текст]: учеб. для техникумов и колледжей ж.-д. трансп. / В.И. Шелухин. – М.: Маршрут, 2005. – 240 с.
14. Иванкова, Л.Н. Расчет и проектирование сортировочных горок большой и средней мощности [Текст]: учеб. пособие / Л.Н. Иванкова, А.Н. Иванков. – Иркутск: ИрГУПС, 2009. – 106 с.

Рецензент д-р техн. наук, профессор М.М. Бабаев

Герасим Олег, слухач, Навчально-науковий інститут перепідготовки та підвищення кваліфікації, Український державний університет залізничного транспорту. Тел. 050-171-27-69. E-mail: oleg0972508140@ukr.net.

Gerasim Oleg, graduate student Training and research Institute of retraining and advanced training of Ukrainian state University of railway transport. Tel 050-171-27-69. E-mail: oleg0972508140@ukr.net.

Наукова праця здана до друку 15.09.2015 р.

УДК 656.08:625.162(477)

Класифікація та безпека переїздів на залізницях України за період 2011-2014 рр.

Д-р техн. наук А.Б. Бойнік, магістранти О.В. Севідов, В.С. Сосєденко

Классификация и безопасность переездов на железных дорогах Украины за период 2011-2014 гг.

Д-р техн. наук А.Б. Бойник, магистранты А.В. Севидов, В.С. Соседенко

Classification crossings and safety on the railways of Ukraine for the period 2011-2014.

Doct. of techn. sciences A.B. Boynik, master student A.V. Sevidov, V.S. Sosiedienko

Проведено дослідження стану залізничних переїздів України двох типів: регульованих та нерегульованих. У результаті даного дослідження визначено необхідність підвищення якості роботи систем переїзної сигналізації та удосконалення діючих правил перетину переїздів усіма видами існуючого транспорту.

Ключові слова: залізничний транспорт, залізничний переїзд, сигналізація, дорожньо-транспортні події, регулювання руху, нещасний випадок, безпека руху.

Проведено исследование состояния железнодорожных переездов Украины двух типов: регулируемых и нерегулируемых. В результате данного исследования определена необходимость

повышения качества работы систем переездной сигнализации и усовершенствования действующих правил пересечения переездов всеми видами существующего транспорта.

Ключевые слова: *железнодорожный транспорт, железнодорожный переезд, сигнализация, дорожно-транспортное происшествие, регулирование движения, несчастный случай, безопасность движения.*

A study of the state of railway crossings in Ukraine two types of regulated and unregulated. As a result of this study identified the need to improve the quality of systems crossing signaling and improvement of existing rules intersection crossings all kinds of existing vehicles.

Keywords: *rail, railroad crossing, security, traffic accident, traffic control, accident, traffic safety.*

Вступ. У даний час основними засобами інтервального регулювання руху поїздів (ІРРП) є (рис. 1): автоматичне блокування, автоматична локомотивна сигналізація, пристрої диспетчерського контролю за рухом поїздів, автоматична переїзна сигналізація і автошлагбауми, а також напівавтоматичне блокування, хоча воно і не має високих якостей автоматичних систем.

Застосування колійного блокування, особливо автоматичного, дає можливість забезпечити високу пропускну здатність перегонів за рахунок поділу їх прохідними сигналами на окремі ділянки руху за принципом єдиного поїзда на кожній ділянці шляху. Безпека руху забезпечується тим, що пристрої колійного блокування не допускають відкриття сигналу для пропускання поїзда до тих пір, поки ділянка шляху, огорожена цим сигналом, зайнята іншим поїздом. На станціях залізничних ліній, обладнаних колійним блокуванням, встановлюють вихідні світлофори, і поїзд відправляється за відкритим показанням сигналу без витрати часу на вручення машиністу особливого дозволу. Завдяки цьому скорочуються стоянки поїздів, збільшується безпека руху і зростає пропускну здатність ділянок.

Автоматичне блокування є найбільш досконалим сучасним засобом регулювання руху поїздів. При автоматичному блокуванні світлофори повинні автоматично закриватися при вході поїзда на огорожені ними блок-ділянки. Для підвищення безпеки руху поїздів автоблокування доповнюється пристроями автоматичної локомотивної сигналізації та автостопами. На окремих ділянках автоматична локомотивна сигналізація може застосовуватися в якості самостійного засобу сигналізації та зв'язку з руху поїздів.

На рис. 1 подано функціональну схему взаємозв'язку між розглянутими і додатковими системами ІРРП. Також вказано основні ознаки для прийнятої класифікації.

Переїзна сигналізація в технічному комплексі ІРРП належить до класу локомотивних та інших систем забезпечення безпеки руху, які особливо інтенсивно вдосконалюються в останні роки.

Залізничними переїздами називаються місця перетину в одному рівні автомобільних доріг і залізниць. Залізничний переїзд – об'єкт підвищеної небезпеки, тому для попередження нещасних випадків переїзди обладнуються світлофорами, шлагбаумами і звуковими сигналами, а також ПЗП (пристрої загородження переїзду) – металевими плитами, які піднімаються, загороджуючи проїзд (за винятком переїздів на малоактивних ділянках залізниць, які позначаються тільки дорожнім знаком).

Завдяки перспективним розробкам і удосконаленням переїзної сигналізації, виникла можливість автоматизувати процес формування та передачі забороняючої інформації в напрямку автотранспортних засобів, що дозволило скоротити штат чергових переїздів. При цьому вся відповідальність за безпечний рух на переїзді покладається на водіїв за умови, що переїзна сигналізація завчасно спрацьовувала [1].

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. У рамках реалізації п'ятирічної галузевої програми забезпечення безпеки руху на залізничних переїздах Укрзалізниця щороку власними коштами оснащує значну кількість переїздів новими технічними рішеннями, які є додатковими засобами безпеки руху на перетинах залізничних колій та автошляхів.

Близько 300 мільйонів гривень щороку направляються на утримання переїздів і понад

40 мільйонів – на обладнання їх додатковими засобами безпеки руху.

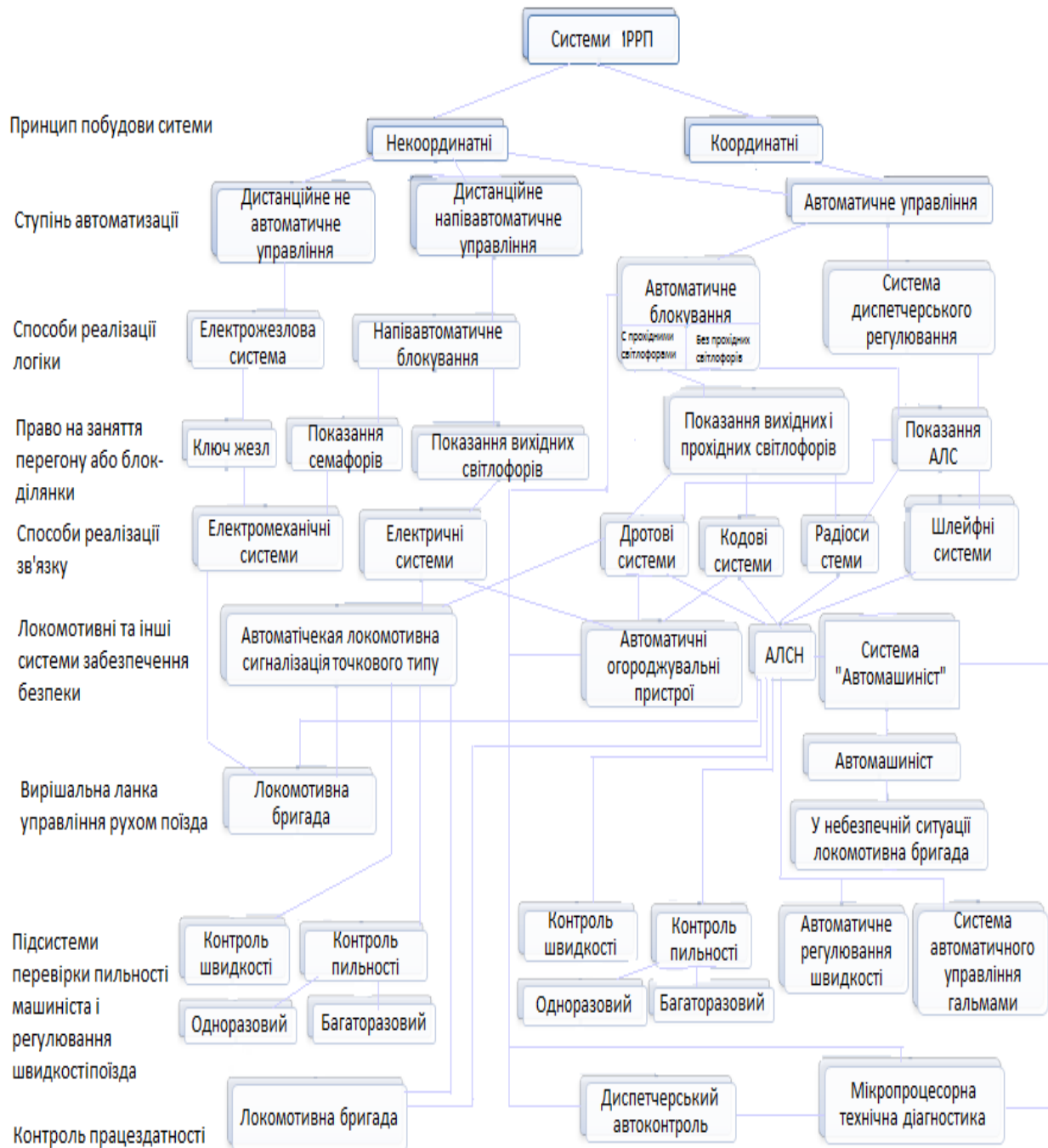


Рис. 1. Класифікація технічного комплексу систем інтервального регулювання руху поїздів

У ході реалізації програми технічно переоснащені 33 переїзди, де є інтенсивний

автомобільний рух, і ця робота триває. Загалом з 2011 до 2015 р. Програмою передбачено

обладнати додатковими засобами безпеки 51 залізничний переїзд. На залізничних переїздах, визначених програмою, встановлюються такі додаткові технічні засоби, як шлагбауми, у тому числі і такі, що забезпечують перекриття всієї проїжджої частини, загороджувальні бар'єрні установки, звукова та світлофорна сигналізація зі зміненою конструкцією.

Цьогоріч Укрзалізниця власним коштом планує обладнати автоматичною світлофорною сигналізацією 8 та капітально відремонтувати 85 залізничних переїздів.

Все вищезазначене свідчить про те, що питання підвищення якості технологій переїзної сигналізації за рахунок сучасних технічних засобів є досить актуальним. Проведені дослідження в галузі переїзної сигналізації також підтверджують необхідність розроблення пропозицій щодо підвищення рівня систем переїзної сигналізації за рахунок впровадження нових ефективних технічних рішень [3, 4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В умовах подальшої інтенсивної експлуатації залізничних переїздів їм треба приділяти все більше уваги для забезпечення безпеки руху. Основною причиною ДТП на залізничних переїздах є грубі порушення водіями автотранспорту правил проїзду залізничних переїздів. Серйозною проблемою безпеки транспорту стали нерегульовані переїзди. Нині на кожні 100 нерегульованих переїздів відбувається 2,5 надзвичайних пригод на рік, а також наявність переїздів у горловинах станцій, щостворює напругу в русі автотранспорту при перетині ділянки з інтенсивним рухом поїздів і значно підвищує аварійну небезпеку. Це потребує прийняття термінових заходів. Одним із засобів вирішення проблеми є встановлення систем автоматичного блокування доступу автотранспорту на колії. Недотримання нормативів щодо кількості експлуатованих переїздів на залізничних коліях (знаходження більше одного переїзду на ділянці протяжністю 5 км за наявності об'їзду) є також однією з причини ДТП на залізничних переїздах. Для закриття переїзду необхідне узгодження з органами місцевого самоврядування, які часто не зацікавлені в цьому. Розвиток транспортної

та житлової інфраструктури міст і селищ, що відбувся без координації з залізницями, також призвів до появи проблемних місць перетину транспортних потоків з об'єктами залізничної інфраструктури. Особливо це стосується переїздів, які характеризуються інтенсивним рухом пасажирських автобусів. Також слід звернути увагу на невідповідність об'єктів залізничної інфраструктури (вокзали, переїзди) сучасним вимогам ергономіки і сучасним умовам інтенсивної взаємодії транспортних потоків. Для забезпечення безпеки руху на залізничних переїздах залізничниками встановлюються додаткові шлагбауми, вживаються заходи з покращення освітлення, також триває експериментальне випробування ефективності переїздів з відеонаглядом. Порушення, що фіксуються відеоспостереженням, передаються на опрацювання до ДАІ. Шляхи вирішення даної проблеми розглядаються в Положенні галузевої програми Укрзалізниці з підвищення безпеки руху на залізничних переїздах на 2011-2015 рр. Таким чином, для забезпечення підвищення безпеки руху на залізничних переїздах потрібно комплексно використовувати ряд організаційних, навчальних і технічних заходів, впровадження нового та модернізація існуючого обладнання [2].

Мета роботи. Підвищення безпеки руху на залізничних переїздах за рахунок аналізу стану аварійності на залізницях України та систематизації випадків ДТП на усіх типах переїздів.

Основна частина аналізу. На залізницях України прослідковується динаміка зменшення кількості залізничних переїздів (рис. 2). Їх закриття відбувається на малодіяльних дільницях. За останні 10 років кількість переїздів зменшилася на 12%. Натомість поліпшується технічний стан наявних. Впровадження на залізничних переїздах додаткових технічних засобів сприяє підвищенню рівня безпеки на них, але для того щоб кардинально вирішити питання її забезпечення та максимальної пропускної здатності автотранспорту, потрібне будівництво дорожніх розв'язок у різних рівнях [6].

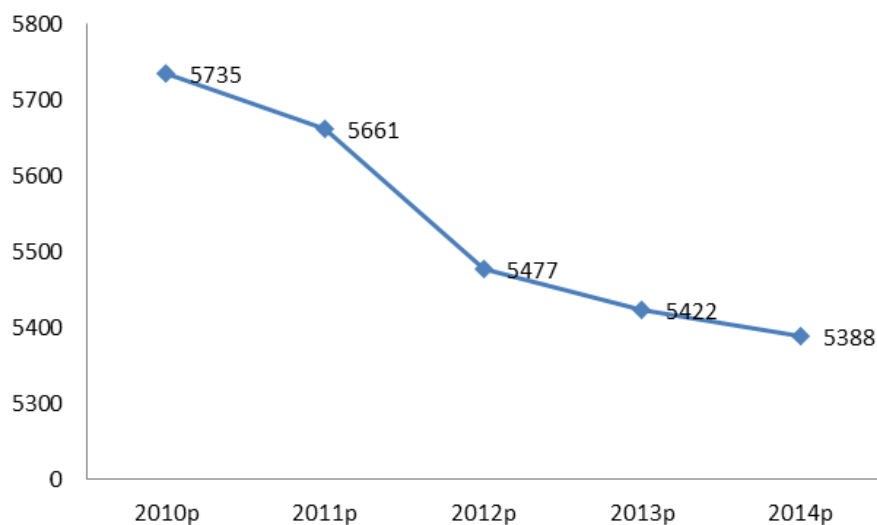


Рис. 2. Кількість переїздів за період 2010-2014 рр.

Існує ряд показників, який визначає основні принципи руху транспорту і пішоходів через залізничні переїзди: джерела та канали передачі забороняючої інформації, датчики контролю місця знаходження поїздів, способи захисту від зіткнення транспорту та ін.

Переїзди на експлуатованій мережі залізниць залежно від інтенсивності руху залізничного та автомобільного транспорту поділяються на чотири категорії (табл. 1).

Перевірка інтенсивності руху залізничного та автомобільного транспорту, умов роботи переїздів і перегляд їх категорійності повинна проводитися не рідше

одного разу на 5 років комісією, склад якої встановлює начальник залізниці.

Позачергова перевірка категорійності переїзду проводиться при зміні інтенсивності руху автомобільного або залізничного транспорту внаслідок введення в дію нових або реконструйованих об'єктів виробництва, зміни вантажопотоків в організації внаслідок зміни технології основного виробництва та ін.

Переїзди залежно від інтенсивності та швидкості руху поїздів та автомобільного транспорту, обладнанні пристроями автоматики і за умов видимості, поділяють на ті, що охороняються і не охороняються.

Таблиця 1

Категорії переїздів

Інтенсивність руху поїздів по головній колії (сумарно у двох напрямках) поїзд / доб	Інтенсивність руху транспортних засобів (сумарна у двох напрямках) авто / доб				
	До 200 включно	201-1000	1001-3000	3001-7000	Більше 7000
До 16 включно, а також по всіх станційних під'їзних шляхах	4	4	4	3	2
17-100	4	4	3	2	1
101-200	4	3	2	1	1
Більше 200	3	2	2	1	1

До I-ї категорії належать також переїзди, розташовані на перетині залізниць, де здійснюється рух поїздів зі швидкістю більше 140 км/год незалежно від інтенсивності руху транспортних засобів на автомобільній дорозі.

Переїзди (не охоплені таблицею) належать до IV категорії.

Переїзди поділяються на регульовані та нерегульовані.

До регульованих належать переїзди, обладнані пристроями переїзної сигналізації, яка сповіщає водіїв транспортних засобів про підхід до переїзду поїзда (рухомого складу), або обслуговуються черговими працівниками, а також іншими працівниками залізниці, яким доручено здійснювати регулювання руху поїздів (рухомого складу) і транспортних засобів на переїзді.

До нерегульованих належать переїзди, які не обладнані пристроями переїзної сигналізації і не обслуговуються черговими по переїзду та іншими працівниками, яким доручено здійснювати регулювання руху поїздів (рухомого складу) і транспортних засобів на переїзді. Устаткування діючих переїздів пристроями переїзної сигналізації здійснюється залізними дорогами відповідно до річних і перспективних планів.

Обслуговування переїздів, обладнаних і необладнаних переїзною сигналізацією, черговим працівником встановлюється тільки на переїздах:

I категорії: розташованих на ділянках з рухом поїздів із швидкістю більше 140 км/год; розташованих на перетинах головних залізничних колій з автомобільними дорогами, за якими здійснюється трамвайний або тролейбусний рух;

II категорії: розташованих на ділянках з інтенсивністю руху більше 16 поїзд/доб і не обладнаних автоматичною світлофорною сигналізацією з біло-місячним миготливим

сигналом (вогнем) і автоматичним контролем несправності пристроїв переїзної сигналізації в чергового по станції (поїзного диспетчера) [1].

Кількість і класифікація залізничних переїздів, що знаходяться в експлуатації на залізницях України за останні два роки, показані на рис. 3, 4 [9, 10].

Обслуговування переїздів, не обладнаних переїзною сигналізацією, черговим встановлюється тільки на переїздах:

- при перетині автомобільною дорогою трьох і більше головних залізничних колій;

- якщо переїзд II категорії має незадовільні умови видимості, а на ділянках з інтенсивністю руху більше 16 поїзд/доб – незалежно від умов видимості.

На переїздах без чергового водіям транспортних засобів, які знаходяться на відстані не більше 50 м від ближньої рейки, має бути забезпечена видимість наближення з будь-якого боку поїзда відповідно до норм, зазначених у табл. 2.

Обслуговування решти переїздів черговим не є обов'язковим [3].

На наведених нижче рисунках можна прослідити інтенсивність зменшення кількості залізничних переїздів на залізницях України за останні два роки. Ця інтенсивність суттєво сприяє покращенню безпечного стану на Укрзалізниці.

При проектуванні автомобільні дороги загального користування та під'їзні дороги до промислових підприємств, що заново будуються і реконструюються, на переїздах повинна бути забезпечена видимість, за якої водій автомобіля, що знаходиться від переїзду на відстані не менше відстані видимості для зупинки автомобіля, міг бачити наближення до переїзду поїзда не менш ніж за 400 м, а машиніст поїзда, що наближається, міг бачити середину переїзду на відстані не менше 1000 м [4].

Таблиця 2

Норми забезпечення видимості поїзда що наближається до переїзду

Максимальна швидкість руху поїзда, км/год, встановлена на підходах до переїзду	121-140	81-120	41-80	26-40	25 або менше
Відстань видимості, м, не менше	500	400	250	150	100

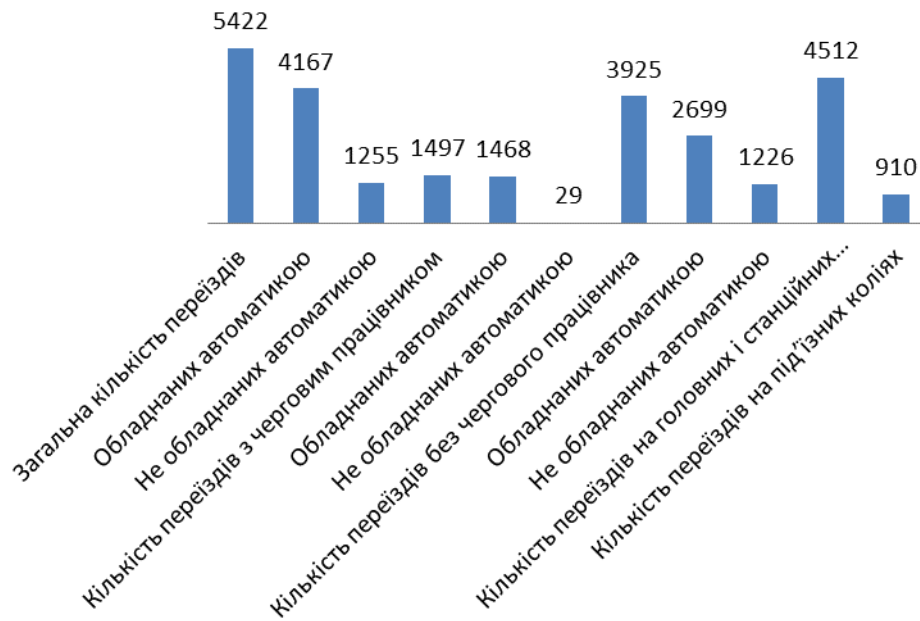


Рис. 3. Кількість і класифікація переїздів, що знаходились в експлуатації у 2013 р.

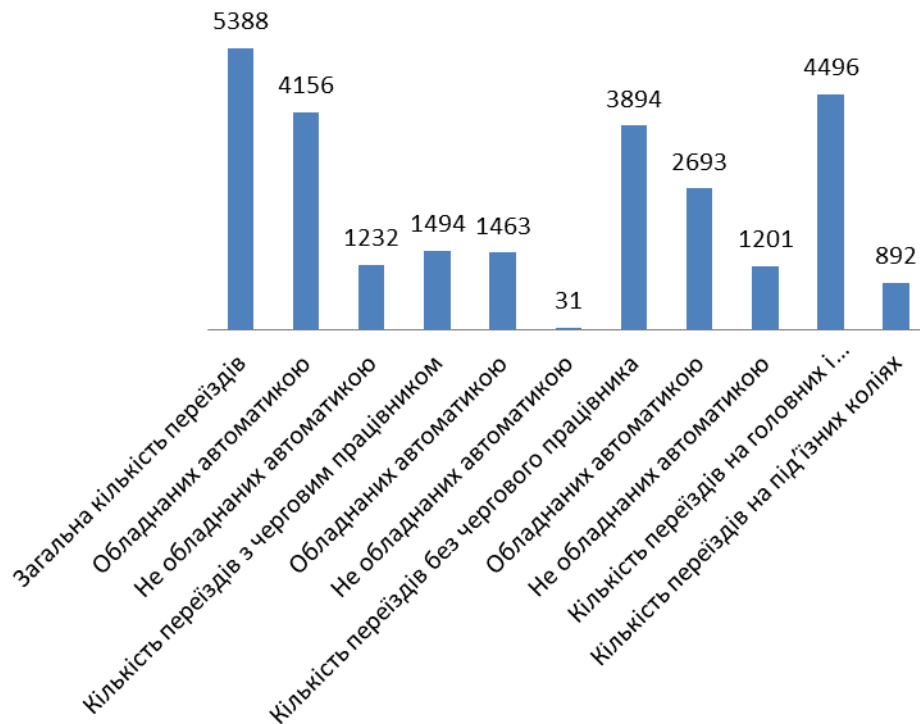


Рис. 4. Кількість і класифікація переїздів, що знаходились в експлуатації у 2014 р.

Усі сучасні системи автоматичного управління повинні розроблятися з урахуванням таких експлуатаційних вимог:

а) огорожувальними пристроями повинна передаватися забороняюча інформація водіям пішоходам після в'їзду поїзда на ділянку сповіщення за час, достатній для завчасного звільнення небезпечної зони переїзду автотранспортним засобом;

б) припинення передачі забороняючої інформації огорожувальними пристроями має наступати тільки після повного звільнення поїздом ділянки сповіщення і небезпечної зони переїзду;

в) на регульованих переїздах з черговими пристроями автоматичного управління має бути резервне напівавтоматичне управління огорожувальними пристроями;

г) для своєчасного інформування локомотивних бригад про аварійну ситуацію на переїздах поблизу них повинні встановлюватися додаткові автоматичні і напівавтоматичні діючі загороджувальні світлофори (в Україні та країнах СНД ця вимога виконується в напівавтоматичному режимі тільки на регульованих переїздах з черговими);

д) на окремих переїздах з дистанційним управлінням огорожувальними пристроями, їх вмикання здійснюється спеціально уповноваженою особою, а вимикання – тільки в автоматичному режимі після повного звільнення поїздом ділянки сповіщення і небезпечної зони переїзду [1].

За місцем розташування переїзди бувають:

а) загального користування – на перетинах залізничних колій загального користування з автомобільними дорогами загального користування, муніципальними автомобільними дорогами та вулицями;

б) незагального користування – на перетинах залізничних колій з автомобільними дорогами окремих підприємств або організації (незалежно від форм власності). Пристрої, обладнання, утримання та обслуговування переїздів незагального користування виконуються за рахунок коштів підприємств, організацій або органів управління автомобільними дорогами та організацій, які використовують мають право власності та використовують ці переїзди.

Перетин залізничних колій у межах територій підприємств (складів, депо, елеваторів тощо) автомобільними дорогами, призначеними для забезпечення технологічного процесу роботи даного підприємства, належать до технологічних проїздів і обліку як переїзди не підлягають. Безпека руху рухомого складу і транспортних засобів на них забезпечується адміністрацією підприємства.

Порядок улаштування, утримання та обслуговування, відкриття і закриття технологічних проїздів встановлюється начальником залізниці.

З точки зору безпеки руху залізничні переїзди являють собою місця особливо підвищеної небезпеки. Дорожньо-транспортні події, що виникають на переїздах, незважаючи на їх відносно невелику кількість, мають, як правило, дуже важкі наслідки. Слід зазначити, що гальмівний шлях поїзда в багато разів перевищує гальмівний шлях будь-якого безрейкового транспортного засобу. Досить сказати, що для зупинки поїзда, що рухається зі швидкістю 60- 70 км/год, необхідно 600-700 м. З огляду на це водій повинен переїжджати залізничні колії тільки у встановлених місцях, проявляючи підвищену увагу, обережність і обачність.

Про наближення до будь-якого залізничного переїзду, регульованого або нерегульованого, водій зобов'язаний керуватися вказівками і сигналами чергового по переїзду, положенням шлагбаума, світловою та звуковою сигналізацією, дорожніми знаками і дорожньою розміткою, а також переконатися в тому, що не наближається поїзд (локомотив, дрезина).

Залізничний переїзд, розміщений на перехрещенні автомобільної дороги з залізничними коліями на одному рівні, є місцем ризику для безпечного руху.

Порядок безпечного перетину залізничних переїздів визначено в розділі 20 «Рух через залізничні переїзди» Правил дорожнього руху та відповідно до Закону України «Про дорожній рух» він встановлюється на всій території України.

Для забезпечення безпеки руху транспортних засобів через залізничні переїзди вони обладнані засобами переїздної світлової та звукової сигналізації, шлагбаумами та дорожніми знаками на під'їздах до них.

При дотриманні вище вказаного Порядку, вимог дорожніх знаків і сигналів переїзної сигналізації переїздів рух транспортних засобів через залізничні переїзди є цілком безпечним [11].

Однак випадки ДТП (зіткнень рухомого складу залізниць з транспортними засобами) на залізничних переїздах періодично відбуваються. Крім того, трапляються випадки зіткнень рухомого складу залізниць з транспортними засобами на залізничних коліях поза переїздами під час спроби водіїв перетнути колію поза межами переїздів або з транспортними засобами, залишеними водіями на незначній відстані від залізничної колії, що порушує габарит для проходження рухомого складу залізниці.

Найбільше випадків ДТП трапляється на залізничних переїздах, розміщених на головних і станційних коліях залізниць України (зараз в експлуатації 4496 переїздів), де постійно здійснюється рух поїздів зі встановленою швидкістю. Наслідки таких зіткнень передбачити неможливо і при певному збігу обставин зіткнення призводять до загибелі людей,

пошкодження транспортних засобів, рухомого складу та інфраструктури залізниць [3].

За останні 4 роки на залізничних переїздах Укрзалізниці сталося 285 випадків ДТП. У цих ДТП загинуло 68 і було травмовано 115 осіб (табл. 3) [7-10].

На сьогодні на магістралях України знаходиться 5388 залізничних переїздів. За рахунок зменшення їх кількості, та застосування в їх обладнанні нових технічних засобів за останні чотири роки поволі зменшується кількість ДТП (рис. 5). Слід зазначити, що на 100 % винні в їх скоєнні водії автотранспорту, які грубо порушували правила дорожнього руху — проїжджали на заборонні сигнали світлофорів. У ряді випадків це призводило до загибелі людей, які знаходилися в автотранспорті. На кожному переїзді ведеться облік порушень. Дані узагальнюються і передаються в Управління Укртрансінспекції та в Департамент безпеки Мінінфраструктури [4].

За період 2011 – 2014 рр. на залізничних переїздах України сталося 332 нещасних випадки [7-10], їх розподіл наведено в табл. 4.

Таблиця 3

Кількість ДТП і нещасних випадків 2011-2014 рр.

Рік	Загинуло	Травмовано	Кількість ДТП
2011	14	22	66
2012	12	38	79
2013	23	25	84
2014	19	30	56

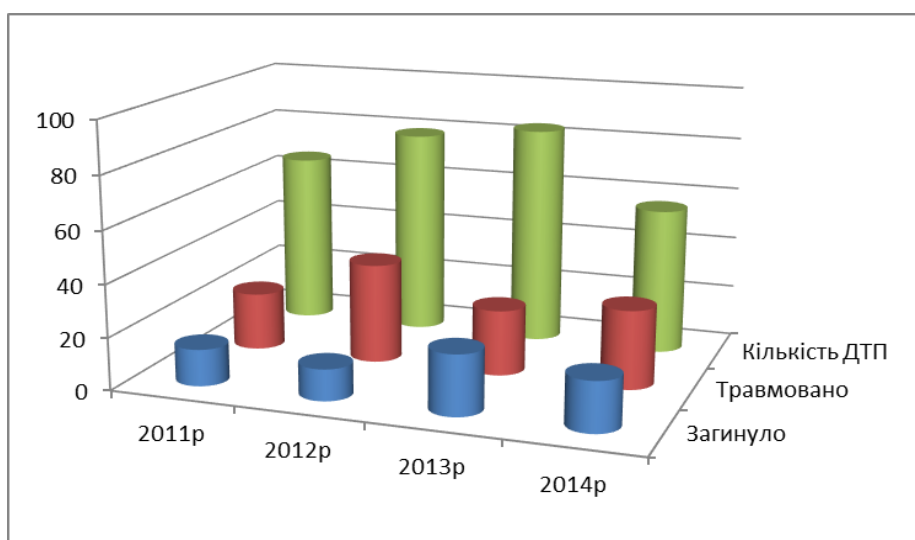


Рис. 5. Кількість ДТП на переїздах у 2011-2014 рр.

Таблиця 4

Випадки на переїздах за період 2011-2014 рр.

З черговим з сигналізацією	З черговим без сигналізації	Без чергового з сигналізацією	Без чергового без сигналізації	Поза переїздами
42	0	204	40	46

За даними з табл. 4 розраховано у відсотковому відношенні та зображено на рис. 6 розподіл випадків і ДТП серед залізничних переїздів.

Найбільші показники аварійності серед переїздів спостерігаються на переїздах без

чергового, обладнаних сигналізацією – 61 %, поза переїздами. Кількість ДТП і нещасних випадків за період 2011-2014 рр. відображено на рис. 7 (за даними таблиці 4).



Рис. 6. Розподіл випадків ДТП за переїздами 2011-2014 рр. у відсотках

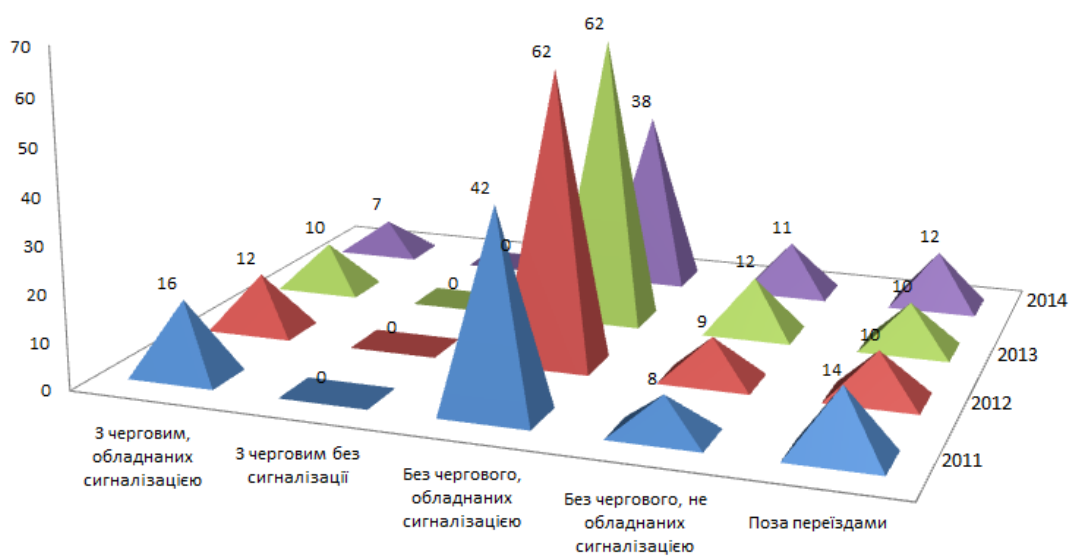


Рис. 7. Кількість ДТП та нещасних випадків на переїздах 2011-2014 рр.

Розглянувши рис. 7, доходимо висновку, що найбільші показники аварійності за період 2011-2014 рр. спостерігалися у 2013 р. (загальна кількість 94 ДТП).

Показник аварійності – кількість ДТП на 100 переїздів залізниці України за період 2011-2014 рр. [7-10] наведено в табл. 5.

Таблиця 5

Кількість ДТП на 100 переїздів

Роки	2011	2012	2013	2014
Кількість переїздів	5574	5477	5422	5388
Кількість випадків ДТП	80	89	94	68
Кількість ДТП на 100 переїздів	1.44	1.62	1.73	1.26

Найбільший показник аварійності (кількість ДТП, що припадає на кожні 100 залізничних переїздів) у 2013 р. складає 1,73.

Висновок. Стан безпеки руху на залізничних переїздах як в Україні, так і в інших країнах Європи залежить не тільки від технічного оснащення переїзду, а і від культури поведінки всіх учасників руху. Організація руху по залізничних переїздах повинна забезпечувати максимальний захист учасників руху від потрапляння в ДТП, мінімальні затримки транспортних засобів і максимальну

зручність пересування водіїв, машиністів і пасажирів транспортних засобів через переїзд. Основними напрямками підвищення безпеки руху на переїздах є:

- ліквідація малодіяльних переїздів;
- дотримання чинних норм проектування й експлуатації залізних і автомобільних доріг у зонах улаштування переїздів;
- вдосконалення технічного оснащення переїздів;
- будівництво перетинів у різних рівнях замість переїздів.

Список використаних джерел

1. Бойник, А.Б. Безопасность железнодорожных перевозов [Текст] / А.Б. Бойник. – Харьков: Транспорт Украины, 2003. – 184 с.
2. Галузева програма забезпечення безпеки руху на залізничних переїздах на 2011-2015 роки [Текст]. – К.: Укрзалізниця, 2010 р. – 25 с.
3. Віртуальний прес-центр Укрзалізниці [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.magistral-uz.com.ua/>
4. Безпека на залізничних переїздах [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://uz.gov.ua/>
5. Бойник, А.Б. Системы интервального регулирования движения поездов на перегонах [Текст] / А.Б. Бойник, С.В. Кошевой, С.В. Панченко, В.А. Сотник. – Харьков: УкрГАЗТ, 2005. – 256 с.
6. Котляренко, Н.Ф. Путевая блокировка и авторегулировка [Текст] / Н.Ф. Котляренко, А.В. Шишляков, Ю.В. Соболев [и др.]. – М.: Транспорт, 1983. – 408 с.
7. Аналіз стану безпеки руху в структурі Укрзалізниці у 2011 році [Текст]. – К.: Укрзалізниця, 2012. – 94 с.
8. Аналіз стану безпеки руху в структурі Укрзалізниці у 2012 році [Текст]. – К.: Укрзалізниця, 2013. – 108 с.
9. Аналіз стану безпеки руху в структурі Укрзалізниці у 2013 році [Текст]. – К.: Укрзалізниця, 2014. – 112 с.
10. Аналіз стану безпеки руху, польотів, судноплавства та аварійності на транспорті в Україні за 2014 рік [Текст]. – К.: Міністерство інфраструктури України, 2015. – 119 с.
11. Про дорожній рух [Електронний ресурс]: закон України введ. в дію постановою ВР №2953-ХІІ (2953-12) від 28.01.1993 р. – Режим доступу: [zakon 3.rada.gov.ua/lows/show/3353-12](http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/3353-12).

Бойнік Анатолій Борисович, д-р техн. наук, професор, кафедра автоматичного та комп'ютерного телекерування рухом поїздів, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.:730-10-32.

Севідов Олександр Віталійович, магістрант, кафедра автоматичного та комп'ютерного телекерування рухом поїздів, Український державний університет залізничного транспорту. E-mail: sevidov333@gmail.com.

Соседенко Валерій Сергійович, магістрант, кафедра автоматичного та комп'ютерного телекерування рухом поїздів, Український державний університет залізничного транспорту.

Boynik Anatoliy B., doct. of techn. sciences, professor of department Computer automation and telecontrol train traffic Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: 730-10-32.

Sevidov Alexander, master student of department Computer automation and telecontrol train traffic Ukrainian State University of Railway Transport. E-mail: sevidov333@gmail.com.

Sosiedienko Valeriy, master student of department Computer automation and telecontrol train traffic Ukrainian State University of Railway Transport.

Наукова праця здана до друку 21.09.2015 р.

УДК 656.25

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ДОПУСТИМИХ ЗНАЧЕНЬ ПЕРІОДУ ДІАГНОСТУВАННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Канд. техн. наук **В.Ф. Кустов**, магістр **О.В. Москаленко**

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДОПУСТИМЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПЕРИОДА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Канд. техн. наук **В.Ф. Кустов**, магістр **А.В. Москаленко**

RESEARCH METHODS DEFINITIONS PERMISSIBLE VALUES PERIOD MICROPROCESSOR SYSTEMS DIAGNOSTIC AUTOMATION RAILWAY

Cand. of techn. sciences **V.F. Kustov**, master student **O.V. Moskalenko**

Враховуючи максимально допустимі значення періоду діагностування систем залізничної автоматичної з загальним навантажувальним резервуванням «2» з «2» і мажоритарним резервуванням «2» із «3», можна забезпечити необхідний рівень функціональної безпеки мікропроцесорних систем автоматичної.

Ключові слова: *період діагностування, частота перевірки, загальне навантажувальне резервування, тривалість усунення відмови, мажоритарне резервування, рівень функціональної безпечності, функційна безпечність.*

Учитывая максимально допустимые значения периода диагностирования систем железнодорожной автоматичности с общим нагруженным резервированием «2» из «2» и мажоритарным резервированием «2» из «3», можно обеспечить необходимый уровень функциональной безопасности микропроцессорных систем автоматичности.

Ключевые слова: *период диагностирования, частота проверки, общее нагруженное резервирование, продолжительность устранения отказа, мажоритарное резервирование, уровень функциональной безопасности, функциональная безопасность.*

Whereas the maximum permissible period mentioned diagnostics automation systems with common rail loading for redundancy "2" to "2" and the majority redundancy "2" to "3" can provide the necessary level of functional safety microprocessor systems automation.

Keywords: *period of diagnosis, frequency of inspections, general handling redundancy elimination duration refusal Majority redundancy level of functional safety, functional safety.*

Вступ. Останнім часом в Україні впроваджуються в експлуатацію все більше систем керування рухом поїздів на новій елементній базі, яка відкриває нові можливості розвитку інформаційного забезпечення і логіки роботи системи. Відсутність обґрунтованих норм з обслуговування мікропроцесорних систем призводить до затримок поїздів, збільшення експлуатаційних витрат, зниження ефективності процесу автоматичного регулювання руху і безпеки руху поїздів у цілому.

Постановка проблеми. Безпека руху поїздів забезпечується лише шляхом дотримання необхідного рівня функціональної безпечності резервованої мікропроцесорної системи керування, що неможливо без відповідних норм з періодичності технічного обслуговування.

Загальноприйняті етапи доведення функціональної безпечності [1, 2] у багатьох випадках не можуть дати високу достовірність безпеки руху поїздів на етапах постійної експлуатації, тому дуже важливим є введення показників обґрунтованого своєчасного періодичного контролю та діагностування каналів резервування з метою виявлення небезпечних відмов під час експлуатації. Тому повинні бути визначені максимально допустимі значення періодів діагностування небезпечних відмов у каналах резервування систем залізничної автоматики, які впливають на періодичність обслуговування пристроїв СЦБ та чисельність штату для їх обслуговування, випробовування та ремонту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зазначеній проблемі присвячено публікації [3, 4], у яких виконано аналіз найбільш важливих проблем і особливостей забезпечення та доведення ФБ систем залізничної автоматики на сучасному етапі. У них наведено математичні моделі функціональної безпечності мікропроцесорних систем, які дозволяють виконати дослідження максимально допустимих значень періодів діагностування каналів резервування різних способів резервування. Але в публікаціях немає результатів визначення цих значень для базових структур мікропроцесорних систем залізничної автоматики.

Визначення мети та задачі дослідження. Метою роботи є розрахунок та обґрунтування допустимих значень періодів діагностування каналів резервування найбільш

поширених способів: двоканальних структур з загальним навантажувальним резервуванням «2» з «2» із розв'язувальним елементом «І» та мажоритарним резервуванням «2» із «3».

Основний матеріал. Для досліджень оберемо станцію, яка обладнана системою МПЦ. У середньому при перерахунку на одну стрілку припадає до десяти відповідальних функцій. Відомо, що у країнах співдружності знаходиться десять тисяч станцій. Середня кількість стрілок на станції становить двадцять дві стрілки. Знайдено кількість відповідальних функцій, що виконуються системами СЦБ на середньостатистичній станції, за формулою

$$N_{сф} = N \cdot n, \quad (1)$$

де N – середня кількість стрілок на станції;

n – кількість відповідальних функцій на одну стрілку.

$$N_{сф} = 22 \cdot 10 = 220.$$

Тоді кількість відповідальних функцій для всієї системи МПЦ складає орієнтовно 220 шт. Для 4-го рівня жорсткості, за ДСТУ 4178 [1], допустима імовірність небезпечної відмови за кожну годину функціонування на одну відповідальну функцію дорівнює $0,14 \times 10^{-10}$ 1/год (це практично дорівнює інтенсивності небезпечних відмов при малих їхніх значеннях). Тоді допустиме максимальне значення інтенсивності небезпечних відмов для всієї системи МПЦ буде складати $220 \times 0,14 \times 10^{-10} = 3,1 \times 10^{-9}$ 1/год. Інтенсивність небезпечних відмов у кожному каналі резервування МПЦ на практиці може складати 10^{-5} ; 10^{-6} ; 10^{-7} ; 10^{-8} ; 10^{-9} 1/год [5-10]. Тому ці значення обираємо для дослідження найбільш широко розповсюджених способів резервування систем МПЦ – двоканальних структур з загальним навантажувальним резервуванням «2» з «2» із розв'язувальним елементом «І» та мажоритарним резервуванням «2» із «3». Розрахунки будемо виконувати для ядра системи МПЦ – ЕОМ залежностей або центрального програмованого контролера (ПЛК).

Максимально допустиме значення періоду діагностування небезпечних відмов у кожному каналі резервування для цих структур визначається відповідно за такими формулами [2, 3]:

$$T_{\partial.2v2} = \frac{\lambda_{on.\partial on} - 2\lambda_{on.1}^2 T_y}{2\lambda_{on.1}^2}; \quad (2)$$

$$T_{\partial.2v3} = \frac{\lambda_{on.\partial on} - 6\lambda_{on.1}^2 T_y}{6\lambda_{on.1}^2}, \quad (3)$$

де $\lambda_{on.\partial on}$ – допустима інтенсивність небезпечних відмов системи МПЦ;

$\lambda_{on.1}$ – інтенсивність небезпечних відмов одного каналу резервування;

T_y – максимально допустимий гарантований час усунення небезпечних відмов елементів у каналах резервування системи МПЦ.

Результати розрахунків максимально допустимих значень періодів діагностування небезпечних відмов у кожному каналі резервування для структур «2» з «2» та «2» з «3» з інтенсивністю небезпечних відмов у кожному каналі резервування $\lambda_{n.1} = 10^{-5}$ у разі тривалості усунення небезпечної відмови від 1 до 10 год наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Максимально допустимі періоди діагностування небезпечних відмов у кожному каналі резервування залежно від тривалості їх усунення

	T_y , год			
	1	3	5	10
$T_{\partial.2v2}$, год	14,4	12,5	10,5	5,5
$T_{\partial.2v3}$, год	4,1	2,1	0,1	Функціональна безпечність не забезпечується

За даними розрахунками робимо висновок, що при інтенсивності небезпечних відмов $\lambda_{on.1} = 10^{-5}$ і тривалості усунення небезпечних відмов каналів резервування більш ніж 5,1 год для мажоритарного резервування «2» з «3» та більш ніж 15,4 год для загального навантажувального дублювання «2» з «2» функціональна безпечність систем не забезпечується. Тому необхідно або перейти на інші методи регулювання рухом поїздів, або забезпечити в період експлуатації інтенсивність небезпечних відмов у кожному каналі резервування не більш ніж 10^{-5} 1/год. У разі експоненційного закону розподілу небезпечних відмов у каналах резервування середній наробіток до небезпечної відмови відповідно повинен бути під час експлуатації не менше 10^5 год або 11,4 років.

Виконання вимог з ремонтпридатності системи МПЦ при ще більшій інтенсивності небезпечних відмов каналів резервування не завжди можливо, тому для її обслуговування потрібно забезпечити добове чергування електромеханіка СЦБ на станції та відповідні організаційні заходи для забезпечення швидкого усунення небезпечних відмов. Але ці заходи не є економічно доцільними. Тому при проектуванні потрібно використовувати

елементну базу з меншою інтенсивністю небезпечних відмов.

Для менш жорстких рівнів функціональної безпечності МПЦ дослідження можуть бути проведені аналогічно. При цьому вимоги до періодичності діагностування і тривалості усунення небезпечних відмов будуть відповідно зменшені. Але при зменшенні кількості відповідальних функцій у системах вони будуть більш жорсткими: періоди діагностування та тривалості усунення небезпечних відмов повинні зменшуватися.

У табл. 2 наведено результати розрахунків для структур «2» з «2» та «2» з «3»: максимально допустимі значення періодів діагностування небезпечних відмов у кожному каналі резервування в разі використання каналів резервування з інтенсивністю небезпечних відмов 10^{-5} ; 10^{-6} ; 10^{-7} ; 10^{-8} ; 10^{-9} 1/год у разі дуже швидкого усунення небезпечної відмови або автоматичного гарантованого вимкнення небезпечного каналу резервування чи усієї системи (тривалість усунення небезпечної відмови 1 год).

Для вищевказаних параметрів тривалість усунення небезпечних відмов практично не впливає на допустимі значення періоду діагностування небезпечних відмов у кожному каналі резервування (рис. 1).

Таблиця 2

Максимально припустимі періоди діагностування небезпечних відмов у кожному каналі резервування в залежності від інтенсивності небезпечних відмов

	$\lambda_{on.1}, 1/\text{год}$				
	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}
$T_{\partial.2v2}, \text{год}$	14,5 (не більше 0,64 доби)	$15,4 \times 10^3$ (не більше 2,1 місяця)	$15,4 \times 10^5$ (не більше 17,6 років)	$15,4 \times 10^7$ (діагностика не потрібна)	$15,4 \times 10^9$ (діагностика не потрібна)
$T_{\partial.2v3}, \text{год}$	5,1	5113 (не більше 0,7 місяця)	$5,1 \times 10^5$ (не більше 5,5 років)	$5,1 \times 10^7$ (діагностика не потрібна)	$5,1 \times 10^9$ (діагностика не потрібна)

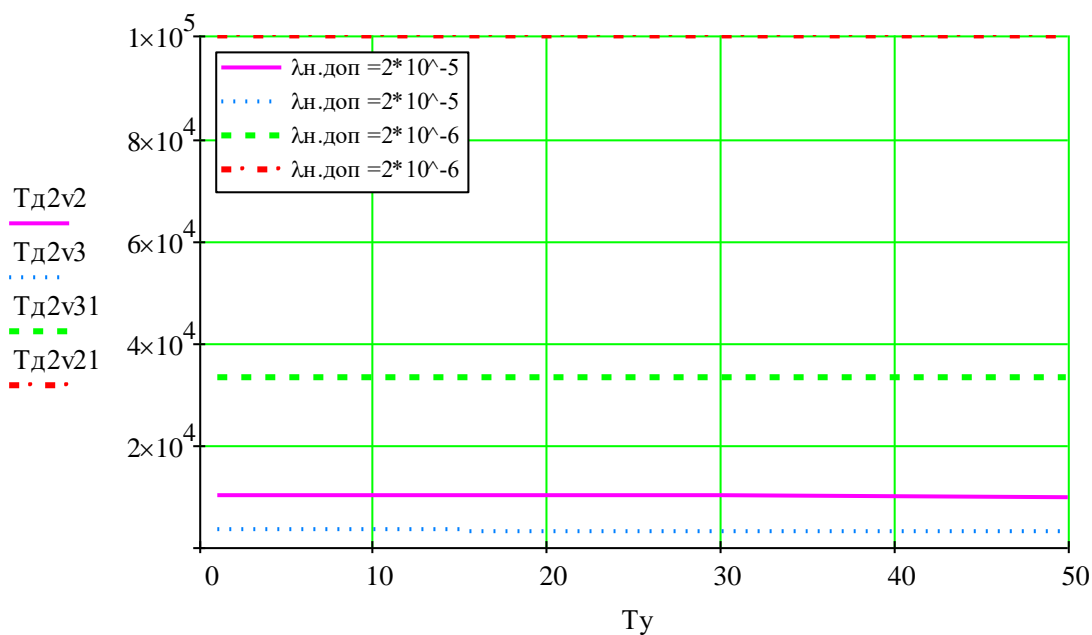


Рис. 1. Залежність допустимого значення періоду діагностування небезпечних відмов у кожному каналі резервування від максимально допустимого гарантованого часу усунення небезпечних відмов у каналах резервування систем МПЦ

На рис. 2 наведено залежності максимально допустимого значення періоду діагностування небезпечних відмов у кожному каналі резервування систем МПЦ (для структур «2» з «2» та «2» з «3») від заданих вимог безпечності $\lambda_{on.дон1} = (2 \times 10^{-5}) - (2 \times 10^{-6})$ 1/год для тривалості усунення небезпечних відмов $T_y = 1$ год та інтенсивності небезпечних відмов у кожному каналі резервування $\lambda_{on.1} = 10^{-5}$ 1/год.

Результати розрахунків вказують, що для забезпечення функціональної безпечності систем МПЦ потрібно для вказаних значень

виконувати достатньо часто контроль безпечності каналів резервування, особливо для більш жорстких вимог з безпечності. Як видно з графіка (рис. 1) мажоритарне резервування потребує значно меншого допустимого значення періоду діагностування небезпечних відмов, ніж у двоканальній 2 з 2, і потребує у 3 рази частіше виконувати періодичний контроль справності та діагностування небезпечних відмов каналів резервування.

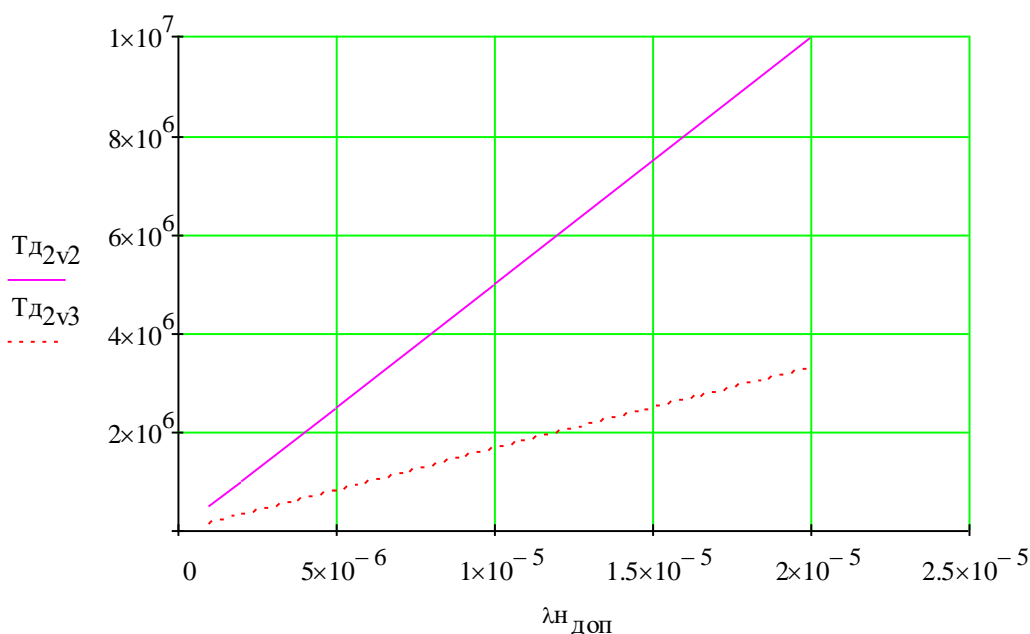


Рис. 2. Залежність допустимого значення періоду діагностування небезпечних відмов у кожному каналі резервування від допустимої інтенсивності небезпечних відмов пристроїв або системи в цілому

Мінімально допустимий наробіток до небезпечної відмови одного каналу резервування мажоритарної структури «2» з «3» і двоканальної дубльованої структури «2» з «2» з безпечним розв'язувальним елементом «І» визначаються за формулами [3, 4]

$$T_{on.1.2v3} = \sqrt{\frac{6(T_{\delta} + T_{\gamma})}{\lambda_{on.дон}}}; \quad (4)$$

$$T_{on.1.2v2} = \sqrt{\frac{2(T_{\delta} + T_{\gamma})}{\lambda_{on.дон}}}. \quad (5)$$

Результати дослідження мінімально допустимих наробітків до небезпечної відмови одного каналу резервування для вищевказаних структур МПЦ і вихідних параметрів наведено на рис. 3.

За результатами досліджень, збільшення допустимої інтенсивності небезпечних відмов пристроїв або системи в цілому призводить до зменшення мінімально допустимого наробітку до небезпечної відмови одного каналу резервування як у структурі з мажоритарним резервуванням «2» з «3», так і у двоканальній

дубльованій структурі «2» з «2». При цьому структура з мажоритарним резервуванням «2» з «3» має більше значення мінімально допустимого наробітку до небезпечної відмови одного каналу резервування, ніж у двоканальній дубльованій структурі «2» з «2», який при постійній експлуатації не повинен його перевищувати для забезпечення необхідної функційної безпечності.

Висновки: 1. Забезпечити необхідний рівень функціональної безпечності резервованої мікропроцесорної системи керування, а отже, і безпеку руху залізничного транспорту можливо лише шляхом встановлення обґрунтованого періоду діагностування системи з урахуванням рівня вимог функціональної безпечності при реальній інтенсивності небезпечних відмов кожного каналу резервування. Це дозволить розробити графік технічного обслуговування каналів резервування при різних рівнях вимог функційної безпечності, визначити виконавців робіт і їх кваліфікацію, а також засоби технічного обслуговування та ремонту мікропроцесорних систем електричної централізації.

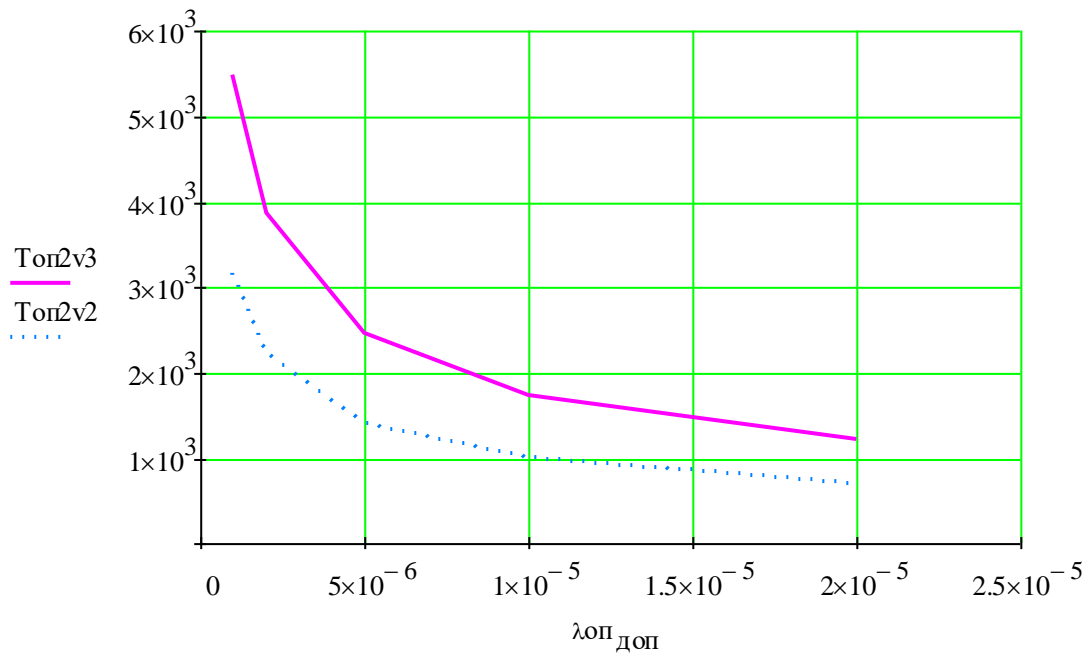


Рис. 3. Залежність мінімально допустимого наробітку до небезпечної відмови одного каналу резервування від допустимої інтенсивності небезпечних відмов пристроїв або системи в цілому

2. Діагностування каналів резервування суттєво збільшується з тривалістю експлуатації систем, особливо в разі наближення до середнього наробітку до небезпечної відмови кожного каналу резервування. При великій кількості елементів у каналі резервування ця проблема стає ще більш актуальною.

3. Для контролю безпечності каналів резервування МПЦ потрібно розробляти необхідні випробувальні стенди та відповідні методики (за аналогією зі стендами для перевірки реле 1-го класу надійності). Практично за рахунок діагностування і забезпечується такий необхідний 1-й клас надійності мікропроцесорних систем (високий рівень безпечності).

4. Розрахунки дозволяють визначити допустимі значення середнього наробітку до небезпечних відмов кожного каналу резервування систем МПЦ та максимальні допустимі значення тривалості усунення небезпечних відмов під час постійної експлуатації.

5. За допомогою виконаних досліджень функціональної безпечності систем МПЦ можуть бути використані також для інших систем залізничної автоматики та інших відповідальних технологічних процесів, де відмови систем керування або контролю призводять до дуже великого матеріального збитку, непоправного впливу на довкілля та загибелі людей.

Список використаних джерел

1. ДСТУ 4178-2003. Комплекси технічних засобів систем керування та регулювання руху поїздів. Функційна безпечність і надійність. Вимоги та методи випробовування [Текст]. – К.: Держспоживстандарт України, 2003. – 32 с.
2. Кустов, В.Ф. Основи теорії надійності та функційної безпечності систем залізничної автоматики [Текст]: навч. посібник для вузів / В.Ф. Кустов. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – 218 с.
3. Кустов, В.Ф. Математичні моделі функційної безпечності та безвідмовності відновлюваних технічних засобів у разі використання мажоритарного резервування «2» із «3» [Текст] / В.Ф. Кустов // Зб. наук. праць. – Донецьк: ДонІЗТ, 2010. – Вип. 23. – С. 5-14.

4. Кустов, В.Ф. Математические модели функциональной безопасности микропроцессорных систем железнодорожной автоматики [Текст] / В.Ф.Кустов // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 116. – С. 65-71.
5. IEC 61508-1:1998. Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems – Part 1: General requirements, 1998.
6. CENELEC EN 50126: Railway Applications The Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS), 1998.
7. CENELEC EN 50126-2: Railway Applications Dependability for Guided Transport Systems. Part 2: Safety, 1999.
8. CENELEC EN 50128: Railway Applications -Communications, signaling and processing systems Software for Railway Control and Protection Systems, 2000.
9. CENELEC EN 50129: Railway Applications -Safety-related Electronic Systems for Signaling, 2000.
10. ГОСТ Р 54897-2012. Системы железнодорожной автоматики и телемеханики на железнодорожных станциях. Требования безопасности и методы контроля [Текст]. – М.: Стандартинформ, 2012. – 27 с.

Рецензент д-р техн. наук, професор А.Б. Бойнік

Кустов Віктор Федорович, канд. техн. наук, професор, кафедра автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.:730-10-32.

Москаленко Олександр Володимирович, магістрант, кафедра автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів, Український державний університет залізничного транспорту. E-mail: renovod25@gmail.com.

Kustov Viktor F. cand. of techn. sciences, professor of department Computer automation and telecontrol train traffic Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.:730-10-32.

Moskalenko Alexander, master student of department Computer automation and telecontrol train traffic Ukrainian State University of Railway Transport. E-mail: renovod25@gmail.com.

Наукова праця здана до друку 22.09.2015 р.

УДК 629.4.083:629.424

ДО ПИТАННЯ ЕНЕРГОРАЦІОНАЛЬНОГО ВЕДЕННЯ ПОЇЗДІВ

Д-р техн. наук В.С. Блиндюк

К ВОПРОСУ ЭНЕРГОРАЦИОНАЛЬНОГО ВЕДЕНИЯ Поездов

Д-р техн. наук В.С. Блиндюк

TO THE QUESTION POWER RATIONAL MAINTAINING TRAINS

Doct. of techn. sciences V.S. Blinduk

Проведено аналіз існуючих методів і засобів автоматичного регулювання та управління рухомим складом залізничного транспорту. Показано, що задачу енергораціонального ведення поїздів слід розглядати як задачу багатокритеріальної оптимізації, а саме, обґрунтованого вибору з множини альтернативних рішень числових критеріїв такої альтернативи, котра при заданій системі переваг є кращою, аніж ті альтернативи, котрі не було обрано.

***Ключові слова:** рухомий склад, енергоспоживання, критерії оптимізації, тяга поїздів, часові характеристики.*

Проведен анализ существующих методов и средств автоматического регулирования и управления подвижным составом железнодорожного транспорта. Показано, что задачу энергораціонального ведения поездов нужно рассматривать как задачу многокритериальной

оптимизации, а именно, обоснованного выбора из множества альтернативных решений числовых критериев такой альтернативы, которая при заданной системе преимуществ является лучшей, чем те альтернативы, которые не были выбраны.

Ключевые слова: подвижной состав, энергопотребление, критерии оптимизации, тяга поездов, временные характеристики.

The analysis of the existing methods and means of self-regulation and management of rolling stock of railway transport is carried out. It is shown that the problem of power rational maintaining trains needs to be considered as problem of multicriteria optimization, namely, reasonable choice from set of alternative solutions of numerical criteria of such alternative which at the set system of advantages is the best, than those alternatives which have not been chosen. It is shown that systems of autocontrol of train movements allow to solve problem of optimum use of energy and temporary resources of the railroads. At the same time, systems of autocontrol of rolling stock which are mainly expected solutions of this problem, consider restrictions which are imposed for their work insufficiently. Technical means which realize the concept of traffic control of rail transport on polygon and according to it create and give the managing signals defining the movement mode on mobile structure, now are quite widely acquired. However these actions have mainly directive character, leaving to the ability of their implementation opened problem.

Keywords: rolling stock, energy consumption, criteria of optimization, draft of trains, temporary characteristics.

Вступ. Як впливає з робіт фахівців, що мають досвід розроблення, конструювання та впровадження систем автоматичного регулювання та управління рухомим складом (АРУ) [1-4], у процесі вирішення завдання енергорационального ведення поїздів неможливо визначити функцію водночас усіх тих критеріїв, оптимізація яких забезпечила б раціональні числові значення кожного з них. Тому для досягнення мети керування слід розглядати задачу обґрунтованого вибору з множини альтернативних сукупностей числових критеріїв (надалі – «альтернатив») такої альтернативи, яка при заданій системі переваг є кращою, тобто вирішити задачу багатокритеріальної оптимізації.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. При веденні поїзда машиністом останній є особою, що приймає рішення, керуючись сигналами, інформацією про характеристики поїзда, профіль і стан колії, обмеження швидкостей відповідно до вимог нормативних документів. Усе це є вхідною інформацією для особи, що приймає рішення. У класичному випадку альтернативами, серед яких вибирає ця особа, є позиції контролера машиніста як апарату комплексного керування рухом поїзда.

Розглянемо теоретичні та практичні аспекти системи АРУ, які базуються на критеріях, за якими вона оптимізує рух поїзда:

- мінімум енергоспоживання на тягу;

- точність виконання часових параметрів руху в цілому або його окремих фрагментів;
- точність прицільного гальмування;
- точність дотримання заданої швидкості поїзда;
- забезпечення мінімально можливого безпечного просторового інтервалу між сусідніми поїздами.

Аналіз літературних джерел показав, що найбільше застосовуються на практиці системи АРУ, які забезпечують мінімальну величину електроенергії, спожитої на тягу. Класичний тяговий розрахунок проводиться на базі розрахунку залежності швидкості руху поїзда як функції часу проходження $v(t)$ і як функції пройденого шляху $v(s)$, а також розрахункової залежності $t(s)$ часу ходу від пройденого шляху [5]; ці функції отримали назву кривих руху поїзда. На їх базі визначають величини струму, споживаного поїздом у кожний момент часу, числові показники використання потужності електрорухомого складу та системи енергозабезпечення, а також поточну температуру обмоток тягових електродвигунів. За цими показниками обчислюють кількість електроенергії, спожитої поїздом визначеного маршруту. Саме цю величину або її складові – величини енергії, спожитої при русі кожним окремим перегonom, – мінімізують при енергооптимальному автоведенні поїзда.

До найбільш поширених належать системи АРУ, які мінімізують спожиту на тягу

електроенергію за умови забезпечення заданого часу проходження t_x перегонном та оптимальним розподілом на ділянках часу проходження перегонном [2]. Ці часові характеристики, що в даній задачі оптимізації відіграють роль обмежень, задовольняють вибір належного режиму ведення (тяга, вибіг, гальмування) і належного часу ввімкнення даного режиму, причому в режимі тяги можуть бути доступними одна швидкість ведення, дві швидкості ведення або (хоча б принципово) плавно регульована швидкість ведення [6]. Відомі роботи, в яких розглянуто питання врахування профілю шляху при розв'язанні задачі мінімізації енерговитрат і стану найближчого автотранспортного переїзду [7]. Регулювання швидкості (а отже, і часу) руху поїзда в режимі тяги здійснюють або перемиканням груп тягових двигунів, або плавним регулюванням їхніх електромагнітних моментів [6]. У режимі гальмування частину витраченої на тягу енергії повертають до живильної мережі, використовуючи рекуперативне гальмування, при якому тягові двигуни працюють у генераторному режимі. Додатковим лімітуючим фактором при тязі та гальмуванні можуть бути граничні величини повздовжніх сил у складі поїзда. Низка робіт присвячена енергореєструючому блоку системи АРУ. Сукупність вироблених і зареєстрованих системою даних дає змогу також коригувати швидкість поїзда з урахуванням зупинки або зменшення швидкості поїзда, що прямує попереду [7, 8]. Це забезпечує можливість уникнути зайвих зупинок поїзда, які найбільш несприятливі з енергетичної точки зору при їх здійсненні на підйомах; у цілому ж таке прогнозує коригування забезпечує також підвищення швидкості поїзда на перегоні, що створює регулюючий швидкісний запас при коригуванні часу проходження прогоном.

Основна частина дослідження. Задача енергорационального ведення поїзда формується таким чином [1-3]. Нехай $U_T(t)$ –

квазіпостійна напруга на струмоприймачі локомотива (або залежність діючого значення тієї самої напруги від часу при тязі змінного струму), $I_T(t)$ – квазіпостійний тяговий струм (або залежність діючого значення тягового струму від часу), T_{XII} – час проходження перегонном. З урахуванням введених позначень енергія, спожита на тягу за цей час, дорівнює

$$A_T = \int_0^{T_{XII}} U_T(t) \cdot I_T(t) dt, \quad (1)$$

припускаючи, що рекуперація не здійснювалася. Цю енергію застосовано для створення сили тяги F , яка являє собою керуючу дію. Іншою доступною системі керуючою дією є сила гальмування $B(v)$. Вважатимемо додатково, що електропривод і гальмівна система є безінерційними. Зберігаючи введені вище позначення $v(t)$ для миттєвої величини швидкості в момент t та $s(t)$ – для шляху, пройденого на той самий момент, а також $w(v)$ для питомої сили опору руху поїзда, додамо до них P – сумарну вагу тягових одиниць і решти поїзда в цілому, включаючи вантаж.

Нехай шляховими координатами початку та кінця перегону є відповідно $s(0) = s_B$ та $s(T_{XII}) = s_E$, а величини швидкості в тих самих точках шляху (тобто в ті самі моменти часу) дорівнюють відповідно $v(0) = v_B$ та $v(T_{XII}) = v_E$. Також враховують, що при кожній конкретній величині S пройденого шляху швидкість повинна задовольняти діючі на лінії обмеження, тобто

$$v \in (0, v_{\max}(s)). \quad (2)$$

Можливості здійснення керуючих дій лімітовані так званими обмеженнями, накладеними на керування:

$$F \in [0, F_{\max}(v)]; \quad I_T \in [0, I_{T\max}(v)]; \quad B \in [0, B_{\max}(v)]. \quad (3)$$

Задача енергорационального ведення поїзда за введених позначень має таке формулювання: визначити такі часові

залежності керуючих дій $F(t)$ і $B(t)$ і відповідні їм траєкторії $v(t)$ і $s(t)$, котрі забезпечують мінімальне споживання

електроенергії A_T при забезпеченні заданого часу $T_{ХП}$ проходження перегону, забезпеченні відповідності граничним умовам руху та дотриманні обмежень, накладених на швидкість і керуючі дії. Оскільки величина A_T , яка підлягає мінімізації, залежить від струму I_T , який у свою чергу є функцією часу t , визначеною відповідно до сили тяги F , котру необхідно створити в даний момент часу t , то маємо, що A_T залежить від керованого вибору функції $I_T(t)$, тобто A_T є функціоналом [2]. Наявність умов та обмежень визначає клас розв'язуваної задачі як задачі на умовний екстремум, а нелінійність швидкості v робить її ще й нелінійною.

З'являється також нове рівняння, яке пов'язує диференціал шляху ds в кожній точці перегону з величиною швидкості в цій точці і називається ізопериметричною умовою [2]:

$$T_{ХП} = \int_{s_B}^{s_E} \frac{ds}{v}. \quad (4)$$

Оскільки ж $dt = ds/v$, то функціонал (1) набуває вигляду

$$A_T = \int_{s_B}^{s_E} \frac{U_T(s)I_T(s)}{v} ds,$$

який з причини пропорційності сили тяги F струмові I_T [6] при визначальному коефіцієнті корисної дії η в даному режимі тяги перетворюється на пропорційну величину

$$A_{TE} = \int_{s_B}^{s_E} \frac{F}{\eta} ds. \quad (5)$$

Траєкторіями руху поїзда тепер будуть функції $v(s)$ та $t(s)$, формулювання ж задачі мінімізації залишається у цілому попереднім, з урахуванням заміни аргументу t на аргумент S та необхідності додержання ізопериметричної умови (4). У роботі [2] наведено досить детальний і вичерпний (на той час) огляд варіантів розв'язання сформульованої задачі, які відповідають конкретним умовам здійснення тяги,

додержання графіка руху та врахування профілю колії. Арсенал методів розв'язання на той час включав до себе традиційну оптимізацію скалярної функції кількох змінних, застосування принципу максимуму Понтрягіна [3] і динамічного програмування Беллмана.

У подальшому до цієї вже відомої сукупності методів [3] додалися багатокритеріальна оптимізація, застосування апарату нечітких множин при формуванні рішень і регулювання за спадковими алгоритмами [9,10]. Звернення до цих нових методів стало можливим завдяки розвитку апарату матричних обчислень у теорії автоматичного управління [3], методів нечіткої логіки, методології нейромережних структур і реалізації теоретичних напрацювань у галузі мікропроцесорних контролерів і спеціалізованих великих інтегральних схем [11-13].

Розглянемо системи АРУ, у яких віддано пріоритет найвищій точності виконання часових параметрів руху в цілому або його окремих складових. У роботі [14] описано відмовостійку систему автоведення швидкісного тягового рухомого складу, яка на базі отриманих сигналів автоблокування та АЛС реалізує заданий графік руху поїзда за допомогою керуючої апаратури, розташованої на борту локомотива. Централізовану систему АР-900 інтервального регулювання та автоведення поїзда приміського сполучення, здійснення роботи якої суто автоматичне, без використання поїзних бригад описано в роботі [15].

Класичним прикладом системи АРУ, метою роботи якої за безумовного виконання умов безпеки є додержання графіка руху поїздів, стала комплексна система управління поїздами метрополітену КСАУПМ. Вона може працювати у двох режимах: без регулювання відхилень від графіка руху та з регулюванням цих відхилень. У першому режимі час відправлення поїзда зі станції дорівнює часу його прибуття на станцію плюс нормативний час, відведений на висадку та посадку пасажирів і технологічні операції, пов'язані із відправленням поїзда. У другому режимі час відправлення поїзда зі станції вираховують виходячи з часу відправлення з цієї самої станції поїзда, що прямує попереду, і часу відправлення з попередньої станції поїзда, що прямує позаду, а також з величини часового ресурсу, яка доступна шляхом регулювання

швидкостей руху поїздів на перегонах, які суміжні з даною станцією. Таким чином, КСАУПМ є графіково-інтервальною системою за класифікацією, встановленою в роботі [2].

Різновид графіково-інтервальної системи розглянутий у роботі [1]. Така система формує керуючі дії відповідно до певної узагальненої в масштабах лінії величини, а саме – суми квадратів різниць між фактичними T_{ϕ} і графіковими T_{Γ} часами прибуття всіх поїздів лінії до платформ:

$$\Delta = \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N (T_{\phi mn} - T_{\Gamma mn})^2, \quad (6)$$

де M – кількість поїздів;

N – кількість платформ.

Оскільки величина Δ змінюється в часі відповідно до ситуації на лінії, то керуючі дії системи, націлені на мінімізацію величини Δ , постійно підлаштовуються під поточну ситуацію; тому автори назвали цю систему адаптивною. У ній два керуючих контури – регулятор часу ходу на базі стаціонарного комп'ютера пункту диспетчерського керування та бортовий регулятор швидкості.

У системах автоведення електропоїздів приміського сполучення як вхідну величину використовують різницю між фактичним і графіковим часом ходу по контрольних станціях [2] і здійснюють керування регулюванням часу стоянки та часу проходження між зупинними пунктами (застосований до цього виду поїздів відрізок шляху між зупинними пунктами теж прийнято називати перегоном). Згідно з даними роботи [2] використовують такі закони керування рухом:

1) регулювання часу руху поїзда під струмом T_C як функції часу $T_{ХП}$ ходу руху перегоном;

2) регулювання довжини шляху s_C , пройденого під струмом, як функції величини $T_{ХП}$;

3) регулювання часу руху під струмом від контрольної точки як функції величини $T_{ХП}$;

4) регулювання швидкості в момент переходу на вибіг як функції від $T_{ХП}$;

5) регулювання середньої швидкості на момент ввімкнення тягових двигунів як функції $T_{ХП}$;

6) для двоконтурних систем АРУ-регулювання заданої швидкості та шляхової точки переходу на вибіг як функцій величини $T_{ХП}$.

Отже, можна констатувати наявність та практичну і теоретичну апробованість деякої усталеної сукупності систем АРУ, які забезпечують дотримання заданих часових параметрів руху.

Вимога забезпечення високої точності прицільного гальмування характерна перш за все для метрополітенів і обумовлена дуже обмеженими габаритами платформ: відхилення від заданого місця зупинки на станції з відкритою платформою не повинно перевищувати $\pm 1,5$ м, а на станції із закритою платформою не повинне перевищувати $\pm 0,45$ м [8]. Як варіант забезпечення гнучкості формування завдання на прицільне гальмування відмітимо алгоритми адаптивної зміни точки прицільного гальмування, який забезпечує її підлаштування під поточну поїзну ситуацію згідно з характером руху (станція, перегін, депо і т. п.).

Питання забезпечення заданої точності прицільного гальмування тісно пов'язане з точністю реалізації розрахункового режиму гальмування і з точністю підтримання швидкості руху як початкової умови для гальмівних розрахунків і як одного з критеріїв функціонування АРУ, синтезованої на базі комплексного, багатокритеріального підходу [16]. Існують дослідницькі напрацювання та розробки щодо виведення поїзда на задану швидкість і її стабілізації в заданих межах, які, у принципі, забезпечують її поточне коригування та підтримку її величини з більшою точністю, аніж це дає змогу оперування динамікою руху в рамках прийнятої на метрополітенах і поїздах приміського сполучення трійки режимів «тяга-вибіг-гальмування». Так, у роботі [17] розглянуто можливості визначення оптимальної точності підтримки заданої швидкості при ступінчастому керуванні силою тяги, а в роботі [18] – моделі та характеристики системи автоматичного управління швидкістю електрорухомого складу при використанні неперервного керування силою тяги. Відоме

також запатентоване технічне розв'язання задачі регулювання потужності тягових двигунів електрорухомого складу в режимах зрушення з місця, розгону до заданої швидкості та подальшої стабілізації цієї величини швидкості.

Важливим фактором, який впливає на рух поїзда під тягою, є нестабільність напруги живильної мережі як у часі (з причини зміни в часі кількості тягових одиниць на даній тяговій ділянці), так і в просторі (з причини повздовжнього падіння напруги на проводах). При тяговому розрахунку, який є складовою частиною здійснення енергорационального автоведення поїзда [2], цей фактор враховують у вигляді напруги на струмоприймачі електротягової одиниці. Зазвичай враховують тільки детермінований процес зміни напруги, більш адекватний реальній ситуації випадок наявності як детермінованої, так і випадково змінної в часі (стохастичної) складової напруги на струмоприймачі, розглянутий у роботі [19].

Мінімізація інтервалу попутного прямування є дуже обмеженою за можливостями; обмежуючим фактором є вимоги безпеки руху. Нижня межа цього інтервалу жорстко закладена в алгоритмах функціонування систем АРУ всіх трьох розглянутих вище типів – графікової, інтервальної та графіково-інтервальної [2]. Все ж слід зазначити, що певний ресурс регулювання закладений і тут, як це свідчить досвід роботи французьких систем Maggaly (метрополітен) [20] та Astrée (лінії швидкісних електропоїздів) [21]. Ці системи здійснюють інтервальне регулювання без використання фіксованих меж блок-ділянок, обчислюючи та реалізуючи (за необхідністю) мінімально безпечний інтервал на базі даних, що безперервно надходять до бортового комп'ютера, про власну швидкість поїзда, його місцезнаходження та про місцезнаходження інших поїздів на лінії; за цими даними та результатами обчислень здійснюється автоведення кожного з поїздів.

Отже, забезпечення кожного з перелічених критеріїв оптимальності роботи системи АРУ так чи інакше обов'язково включає в себе вибір комбінації режимів руху поїзда перегонном. Усталеною трійкою режимів, що використовуються на метрополітені та в тяговому рухомому складі приміського сполучення, є тяга, подальший рух із

вимкненими двигунами (рух по інерції – вибіг) і гальмування. На довгих перегонах може бути використане повторне ввімкнення двигунів – додатковий режим тяги [2].

Для визначення результатів застосування вибраного режиму руху – пройденого шляху, досягнутої швидкості та прискорення – є необхідною вимірювальна складова системи АРУ. Зазвичай це певний комплекс апаратних засобів, установлений на електротяговій одиниці. Його наявність і забезпечення ним високої точності вимірювання шляху та швидкості суттєво підвищують пропускну спроможність транспортної лінії: очікуваний ефект, виражений через величину міжпоїзного інтервалу, виглядав як зменшення цього інтервалу в 2,5...3 рази. Відомими типовими методами вимірювання пройденого шляху тягового рухомого складу є [2]: тахометричний з перерахунком кількості поділок датчикового диска в пройдений шлях; кутовий, при якому пройдений шлях обчислюється через кут повороту колеса, що котиться (цей спосіб був випробуваний на Харківському метрополітені; похибка вимірювання на перегоні довжиною 2405 м лежала в межах $(0,550 \pm 0,275)$ м); радіотехнічний по радарних даних.

Уточнення величини пройденого шляху, яка використовується в системі автоведення, досягають урахуванням поточних величин швидкості та прискорення.

Відомими типовими методами вимірювання швидкості тягового рухомого складу є [2]: за кутовою швидкістю колісної пари за допомогою осьових датчиків або датчиків, встановлених у редукторі привода колісної пари; вся апаратура, розташована на поїзді; за відрізками точно відомої довжини, розташованими точно на колії з використанням шлейфів проводів, що схрещуються [22, 23], рейкових кіл [24] або точкових датчиків [25, 26]; апаратура, розташована частково на поїзді, а частково на колії; застосування радіотехнічних доплерівських або кореляційних вимірювачів швидкості, або вимірювання швидкості за координатними даними, отриманими із штучних супутників Землі. Підвищення точності вимірювань досягають шляхом використання бортових інтелектуальних засобів обробки сигналів первинних датчиків [27-30].

Останнім часом відчутну увагу дослідники та розробники приділяють методології використання сигналів

супутникових систем глобальної навігації GPS та ГЛОНАСС для вимірювання параметрів руху поїздів при пересуванні останніх на відкритих ділянках колії. За даними роботи [31], доступна точність визначення місцезнаходження складає ± 15 м, а похибка вимірювання швидкості таким методом складала менш ніж 0,5 %. Подальшого покращення точності вимірювань можна очікувати, якщо вони проводитимуться з використанням створених за супутниковими даними еталонних координатних моделей колії.

Останнє десятиріччя характеризується майже повним переходом від використання систем АРУ одиночного виготовлення до типових систем, запропонованих на ринку транспортного будівництва низкою фірм та організацій, перш за все Siemens, Alstom, Thales, Національним товариством французьких залізниць [7, 21, 32-34]. Дані системи, як правило, встановлюються «під ключ» на метрополітенах, міських, приміських

та (рідше) швидкісних міжміських залізницях, забезпечуючи їх ефективне, безпечне та енергооптимальне функціонування.

Висновок. Автоматичне керування рухом поїздів покликане в найзагальнішому сенсі розв'язати проблему раціонального використання енергетичного та часового ресурсів залізниці. У той же час існуючі системи АРУ, які переважно розраховані на розв'язання цієї проблеми, недостатньо враховують обмеження, що накладаються на їхню роботу. На цей час склалася стабільна концепція керування рухом рейкового транспорту на полігоні. Технічні засоби, які реалізують цю концепцію і відповідно до неї формують та подають до рухомого складу керуючі діяння, що визначають режим руху, досить широко напрацьовані. Однак щонайменше у вітчизняних реаліях ці діяння мають переважно директивний характер, залишаючи відкритою проблему спроможності їх реалізації.

Список використаних джерел

1. Астрахан, В.И. Системы автоведения для управления поездами метрополитена [Текст] / В.И. Астрахан, Ю.А. Барышев. – М.: Транспорт, 1989. – 88 с.
2. Микропроцессорные системы автоведения электроподвижного состава [Текст] / Л.А. Баранов, Я.М. Головичер, Е.В. Ерофеев, В.М. Максимов; под ред. Л.А. Баранова. – М.: Транспорт, 1990. – 270 с.
3. Определение оптимальных законов управления процессами движения электропоезда [Текст] / В.Д. Дмитриенко, В.И. Носков, В.С. Блиндюк [и др.] // Вестник НТУ «ХПИ». – 2012. – № 38. – С. 55-69.
4. Ананьева, О.М. Підвищення ефективності роботи засобів інтервального регулювання рухом поїздів [Текст] / О.М. Ананьева // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – Вип. 102. – С. 209-215.
5. Теория электрической тяги [Текст] / В.Е. Розенфельд, И.П. Исаев, Н.Н. Сидоров, М.И. Озеров; под ред. И.П. Исаева. – М.: Транспорт, 1995. – 294 с.
6. Дюбей Гопал, К. Основные принципы устройства электроприводов [Текст] / К. Дюбей Гопал. – М.: Техносфера, 2009. – 480 с.
7. Система автоведения для скоростных электропоездов [Текст] / Т. Окамото, Я. Танака, Х. Мориками [и др.] // Sharyo to denki. – 1993. – Vol. 44, № 3. – P. 8-11.
8. Эксплуатационные основы автоматики и телемеханики [Текст] / Вл.В. Сапожников, И.М. Кокурин, В.А. Кононов [и др.]; под ред. Вл.В. Сапожникова. – М.: Маршрут, 2006. – 248 с.
9. Chang, C.S. Differential evolution based tuning of fuzzy automatic train operation for mass rapid transit system [Text] / C.S. Chang, D.Y. Xu // IEE Proceedings Electric Power Applications. – 2000. – Vol. 147, № 3. – P. 206-212.
10. Mei, T.X. LOG and GA solutions for active steering of railway vehicles [Text] / T.X. Mei, R.M. Goodall // IEE Proceedings Control Theory @ Applications. – 2000. – Vol. 147, № 1. – P. 111-117.
11. Чепцов, М.М. Нейромережева модель динамічного логічного елемента “НІ” [Текст] / М.М. Чепцов, М.М. Бабаєв, В.С. Блиндюк // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – Вип. 128. – С. 165-175.

12. Сотник, В.О. Нейромережева модель розпізнавання тривалості імпульсів та інтервалів кодів АЛСН [Текст] / В.О. Сотник, М.М. Бабаєв, М.М. Чепцов // Зб. наук. праць. – Донецьк: ДонІЗТ, 2013. – Вип. 36. – С. 67-78.
13. Кухарев, Г.А. Системные процессоры для обработки сигналов [Текст] / Г.А. Кухарев, А.Ю. Тропченко, В.П. Шмерко. – Минск: Беларусь, 1988. – 128 с.
14. Watanabe, K. Development of “navigation system” for high-speed train [Text] / K. Watanabe // Japanese Railway Engineering. – 1992. – № 116. – P. 21-24.
15. Egnot, J.R. Green line ATO builds on tried technology [Text] / J.R. Egnot, G.M. Babicz // Railway Gazette International. – 1993. – Vol. 149, № 3. – P. 177-178.
16. Руденко, В.Ф. О проблеме создания системы автоматизированного ведения поезда [Текст] / В.Ф. Руденко // Развитие отечественного локомотивостроения: межвуз. сб. науч. трудов. – С.Пб.: ПГУПС, 2005. – С. 45-51.
17. Милич, А.М. Выбор управления электропоездом со ступенчатым управлением силой тяги при поддержании постоянной скорости [Текст] / А.М. Милич // Сб. науч. трудов. – М.: МИИТ, 1989. – Вип. 811. – С. 71-75.
18. Баранов, Л.А. Модели и методы синтеза микропроцессорных систем автоматического управления скоростью электроподвижного состава с непрерывным управлением тягой [Текст] / Л.А. Баранов // Вестник МИИТа. – 2004. – № 10. – С. 3-16.
19. Выбор энергетически оптимальных режимов движения поездов [Текст] / Е.П. Блохин, А.Н. Пшинько, Г.В. Евдوماха [и др.] // Залізничний транспорт України. – 2001. – № 6. – С. 19-22, 53, 54.
20. Masse, J.-P. Le metro le plus moderne du monde [Text] / J.-P. Masse // La Vie du Rail. – 1992. – № 2364. – P. 17-20.
21. Lancien L. Astrée, le contrôle-commande ferroviaire du XXI^e siècle [Text] / L. Lancien // Arts et métiers magazine. – 1995. – № 195. – P. 38-41.
22. Бабаєв, М.М. Индуктивно-проводной датчик контроля подвижных объектов железнодорожного транспорта [Текст] / М.М. Бабаєв, В.С. Блиндюк, В.Ю. Гребенюк // Зб. наук. праць. – Донецьк: ДонІЗТ, 2012. – Вип. 32. – С. 91-99.
23. Бабаєв, М.М. Нейросетевая модель функционирования индуктивно-проводного датчика с использованием сети с прямой передачей сигнала и обратным распространением ошибки [Текст] / М.М. Бабаєв, В.Ю. Гребенюк // Зб. наук. праць. – Донецьк: ДонІЗТ, 2014. – Вип. 38. – С. 5-13.
24. Ананьева, О.М. Частотний метод виміру швидкості руху шунта в тональних рейкових колах [Текст] / О.М. Ананьева // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2007. – Вип. 80. – С. 149-155.
25. Бабаєв, М.М. Математична модель колійного перетворювача індукційного типу [Текст] / М.М. Бабаєв, А.А. Прилипко // Зб. наук. праць. – Донецьк: ДонІЗТ, 2009. – Вип. 19. – С. 33-43.
26. Бабаєв, М.М. Оптимізація параметрів точкового колійного датчика [Текст] / М.М. Бабаєв, А.А. Прилипко // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 113. – С. 62-67.
27. Ананьева, О.М. Динамічна модель каналу передачі сигналів АЛСН [Текст] / О.М. Ананьева // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 121. – С. 120-132.
28. Математична модель каналу передачі сигналів числових кодів АЛСН [Текст] / М.М. Бабаєв, О.М. Ананьева, М.Г. Давиденко, В.О. Сотник // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – Вип. 134. – С. 187-198.
29. Ананьева, О.М. Временные зависимости сигнального тока локомотивного приемника числовых кодов АЛСН [Текст] / О.М. Ананьева, М.Г. Давиденко // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДУЗТ, 2015. – Вип. 154. – С. 126-135.
30. Сотник, М.М. Аналіз кореляційних залежностей для синтезу приймача кодів АЛСН [Текст] / В.О. Сотник, М.М. Бабаєв, М.М. Чепцов // Зб. наук. праць. – Донецьк: ДонІЗТ, 2013. – Вип. 34. – С. 49-56.
31. Зорин, В.И. Применение спутниковых навигационных систем GPS/ГЛОНАСС в системах управления и обеспечения безопасности движения поездов [Текст] / В.И. Зорин // ВКСС. Connect! – 2007. – № 2. – С. 102-104.
32. SIEMENS-Un VAL olimpique [Text] // La vie du rail. – 2005. – № 3007. – P. 31.

33. Hohe Verfügbarkeit der fahrerlosen Canada-Line [Text] // Signal+ Draht. – 2010. – Vol. 102. – № 1-2. – P. 45.

34. Singapore orders driverless cars [Text] // International Railway Journal. – 2008. – Vol. 48, № 12. – P. 16.

Блиндюк Василь Степанович, д-р техн. наук, професор, кафедра електротехніки та електричних машин Українського державного університету залізничного транспорту, Харків, Україна. Тел.: (057) 730-10-03.

Vasiliy Blinduk, doct. of techn. sciences, professor department of electrical engineering and electrical machines Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine. Tel.: (057) 730-10-03.

Наукова праця здана до друку 08.09.2015 р.

УДК 621.391

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИМІРЮВАННЯ ЧАСТОТИ НЕСУЧОЇ ФАЗО-МОДУЛЬОВАНИХ СИГНАЛІВ

Канд. техн. наук К.А. Трубочанинова, магістрант А.В. Чоботок

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЯ ЧАСТОТЫ НЕСУЩЕЙ ФАЗО-МОДУЛИРОВАННЫХ СИГНАЛОВ

Канд. техн. наук К.А. Трубочанинова, магістрант А.В. Чоботок

ANALYSIS OF FEATURES OF MEASUREMENT CARRIER FREQUENCY PHASE-MODULATED SIGNALS

Cand. of techn. sciences K. Trubchaninova, master student A. Chobotok

Розглянуто основні методи вимірювання частоти несучого коливання. Проведено аналіз особливостей вимірювання несучої частоти фазо-модульованих сигналів.

Ключові слова: несуча частота, фазо-модульовані сигнали, PSK, фільтрові, дискримінаційні, інтерференційні, кореляційні і цифрові методи виміру несучої частоти коливання.

Рассмотрены основные методы измерения частоты несущего колебания. Проведен анализ особенностей измерения частоты несущей фазо-модулированных сигналов.

Ключевые слова: несущая частота, фазо-модулированные сигналы, PSK, фильтровые, дискриминационные, интерференционные, корреляционные и цифровые методы измерения несущей частоты колебания.

The basic methods of measuring the frequency of the carrier signal. The analysis of the characteristics of the measurement of the carrier frequency phase-modulated signals.

Keywords: carrier frequency, phase-modulated signals, PSK, Filter, discriminator, interference, correlation and digital methods for measuring the carrier frequency.

Вступ. Нині широке поширення в галузі передачі цифрової інформації отримали модуляція зсувом фази і комбінаційна модуляція, що отримала назву квадратурної модуляції.

Серед основних типів фазової модуляції можна виділити такі: BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM. Більшу спектральну

ефективність мають багатопозиційні сигнали, з яких найчастіше використовують чотирипозиційну фазову модуляцію (QPSK) і шістнадцятипозиційну квадратурну амплітудну модуляцію (16QAM).

У сучасних системах зв'язку при використанні фазової модуляції змінюваними параметрами можуть бути несуча частота і вид

модуляції. Тому актуальним є завдання виміру несучої частоти коливання сигналів з фазовою модуляцією в умовах апріорної невизначеності відносно ряду параметрів.

Основна частина дослідження. Як відомо, розрізняють часові, просторові, поляризаційні, спектральні і енергетичні параметри сигналів, що приймаються. Часові параметри сигналів – це частоти і тривалість сигналів і їх елементів, часові інтервали між сигнальними імпульсами; параметри модулюючої функції. До спектральних параметрів сигналів належать високочастотний спектр і спектр обвідної сигналу. Енергетичні характеристики сигналу, що приймається, – це потужність і спектральна щільність, характеристики спрямованості випромінювання його антен. Поляризаційні параметри характеризують орієнтацію вектора електричного поля випромінювання аналізованого об'єкта.

У рамках вирішуваного завдання необхідно в першу чергу з заданою точністю визначити частоту несучого коливання. Для цього необхідно проаналізувати відомі методи визначення частоти сигналу, врахувати особливості виміру частоти фазомодульованого сигналу в умовах апріорної невизначеності і на цій основі розробити процедури виміру частоти з заданою точністю.

Аналіз можливих методів виміру частоти несучого коливання. Вимір несучої частоти реєстрованого сигналу є одним з найважливіших завдань. Специфічність методів визначення несучої частоти обумовлена, з одного боку, обмеженістю часу аналізу і, з іншого боку, широким діапазоном аналізованих частот. Несуча частота – один з головних, дуже інформативних параметрів сигналу. Умовно способи визначення частоти можна розділити на фільтрові, дискримінаційні, інтерференційні, кореляційні і цифрові.

Визначення частоти за допомогою *фільтрів* зводиться до пошуку і зазначення фільтра, налаштованого на сигнал (точніше, того фільтра, у смузі якого виявляється сигнал). У панорамних приймачах з послідовним аналізом досліджуваного діапазону на всі частоти в цьому діапазоні послідовно настроюється один і той самий фільтр.

Тому визначення частоти зводиться до визначення моменту часу, у який частота

налаштування цього фільтра співпадає з частотою сигналу.

У *багатоканальних приймачах* з паралельним спектральним аналізом аналізованого діапазону для визначення частоти сигналу досить вказати номер фільтра, у смузі якого виявлений сигнал. Те саме справедливо і для схем модифікацій способів багатоканального приймання: для матричного приймача і приймача з цифровим спектральним аналізом.

Як відомо, смуга окремого каналу в багатоканальних і панорамних приймачів складає у кращому разі (50...500) Гц.

В усіх випадках виміру за допомогою фільтра максимальна помилка визначення частоти (δf_{cmax}) складає половину ширини смуги пропускання фільтра, т. п. половину інтервалу дозволу Δf :

$$\delta f_c \leq \frac{\Delta f}{2}. \quad (1)$$

Якщо треба зберегти постійною відносну помилку виміру частоти $\frac{\delta f_c}{f_c} = const$ у великому діапазоні аналізу, треба застосовувати фільтри зі змінною смугою пропускання, тобто фільтри з однаковою для усіх частот добротністю.

Цифрова обробка аналізованого сигналу дозволяє застосувати процедуру обчислення дискретного перетворення Фур'є для реалізації багатоканального приймача. Дійсно, для обчислення перетворення Фур'є сигналу $S(t)$, спостережуваного на інтервалі часу $t \in [-\frac{T}{2}; \frac{T}{2}]$:

$$S(\omega) = \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} S(t) \exp\{-j\omega t\} dt, \quad (2)$$

Необхідно діапазон частот $2\pi\delta f \in [\omega_{min}; \omega_{max}]$ розбити на N інтервалів шириною $2\pi\Delta f = \frac{\omega_{max} - \omega_{min}}{N}$, таких, що

$\Delta f \geq \frac{1}{T}$ і в точках $\omega_n = n\pi\Delta f$, $n \in 1:N$ обчислити

$$S(\omega_n) = \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} S(t) \exp\{-j\omega t\} dt, \quad (3)$$

де $S(\omega_n)$ – значення спектральної щільності амплітуд сигналу на частотах ω_n .

Якщо сигнал є синусоїдою з амплітудою A і частотою $\omega \in [\omega_{min}, \omega_{max}]$, з виразу (3) можна знайти

$$S(\omega_n) = \frac{2A}{|\omega - \omega_n| T} \left| \sin \frac{(\omega - \omega_n)T}{2} \right|. \quad (4)$$

Тобто величина $S(\omega_n)$ дорівнює A при $\omega \rightarrow \omega_n$ та зменшується зі збільшенням модуля

розладу $\Omega = |\omega - \omega_n|$ як $\frac{\sin \frac{\Omega T}{2}}{\frac{\Omega T}{2}}$.

Залежність

$$K(\omega - \omega_n) = \frac{\left| \sin \frac{(\omega - \omega_n)T}{2} \right|}{\frac{|\omega - \omega_n| T}{2}} \quad (5)$$

можна вважати еквівалентом частотної характеристики деякого фільтра, налаштованого на частоту ω_n . Процедура обчислення перетворення Фур'є в N дискретних по частоті точках еквівалентна перетворенню сигналу в N паралельних фільтрах. До речі, вважаючи смугою пропускання кожного фільтра частотний інтервал між найближчими точками перетворення на нуль величини $K(\Omega)$, з виразу (5) можна визначити

$$\Delta\Omega = \frac{2\pi}{T}. \quad (6)$$

Частотні дискримінатори перетворюють відхилення частоти сигналу від деякого відомого значення в напругу, пропорційну величині і знаку цього відхилення. Приймачі з частотними дискримінаторами здатні визначати частоту аналізованого сигналу в широкому діапазоні та з відносно високою точністю (~1 %).

Принцип інтерференційного виміру частоти в приймачах. Прийнятий і посилений

сигнал подається на двоканальну лінію фідера. Така лінія має деякі дисперсійні властивості: фаза і амплітуда вихідного сигналу лінії залежить від частоти. Дійсно, різниця електричних довжин двох каналів розповсюдження сигналу ΔL призводить до того, що фази двох цих сигналів розрізнятимуться:

$$\Delta\varphi = \frac{\omega\Delta L}{V_\phi}, \quad (7)$$

де V_ϕ – фазова швидкість розповсюдження електромагнітної хвилі у фідерній лінії.

Амплітуда суми двох синусоїд, зсунутих по фазі на $\Delta\varphi$, буде пов'язана, хоча і нелінійно, з частотою сигналу:

$$u_{\text{вих}} = kU \cos \frac{\omega\Delta L}{2V_\phi}, \quad (8)$$

де k – постійний коефіцієнт;

U – амплітуда сигналу.

Як впливає з виразу (8), детектуючи вихідний сигнал і вимірюючи амплітуду, можна визначити його частоту.

Оскільки напруга $u_{\text{вих}}$ залежить, окрім частоти, ще і від амплітуди вхідного сигналу, потрібне його нормування. Для цього використовується обмежувач на вході двоканального фідерного пристрою і, крім того, у вимірничій організується схема автоматичного регулювання підсилення по амплітуді вхідного сигналу.

До переваг вимірника належить можливість практично миттєвого виміру частоти розвідуваного сигналу. До недоліків – неможливість визначення частоти при одночасному спостереженні декількох сигналів, а також порівняно невеликий діапазон однозначного виміру.

Остання властивість обумовлена неоднозначністю залежності функції $\cos \frac{\omega\Delta L}{2V_\phi}$ аргументу.

Кореляційні вимірники несучої частоти будуються таким чином. Сигнал з виходу широкосмугового підсилювача подається на перемножувач разом зі своєю копією, затриманою в лінії затримки. Усереднена фільтром нижніх частот напруга з виходу

перемножувача пропорційна значенню автокореляційної функції вхідного процесу для аргументу $\tau=\tau_3$. Затримка вхідного аналізуючого сигналу на τ еквівалентна зсуву його фази на $\varphi=\omega\tau_3$. Перемноження прямого і затриманого сигналу дає (з точністю до швидко змінної складової, що усереднюється фільтром нижніх частот) на виході корелятора

$$u_{\text{вих}} = k \frac{a^2}{2} \cos(\omega\tau_3), \quad (9)$$

де k – коефіцієнт пропорціональності;

a – амплітуда вхідного сигналу.

Як випливає з виразу (9), вихідна напруга корелятора залежить від частоти сигналу ω , а також від його потужності a^2 . Залежність від частоти використовується вимірником, а залежність від потужності компенсується за рахунок сигналу з виходу квадратичного детектора.

Як і інтерференційний, вимірник кореляційний забезпечує однозначні виміри тільки в межах однієї октави, тобто діапазону, для якого відношення верхньої і нижньої частот дорівнює 2.

Цифрові способи виміру частоти забезпечують високу точність і добре сполучаються з обчислювальними обладнаннями подальшої обробки сигналу. Для виміру частоти застосовують схеми, що реалізують різні модифікації двох основних методів. Це методи цифрового частотоміра і цифрового періодоміра.

Робота цифрового частотоміра можна пояснити таким чином. Під час переходу аналізованого сигналу через нульовий рівень знизу-вгору (з позитивною похідною) починається підрахунок вузьких імпульсів з відомим періодом за час $T_{\text{вим}}$. Як оцінка частоти використовується величина

$$F^* = \frac{N}{T_{\text{вим}}}, \quad (10)$$

де N – число імпульсів у лічильнику.

Помилка дискрета вимірів за методом частотоміра відповідає помилці в один рахунковий імпульс, тобто один період вхідного сигналу за час виміру

$$\Delta F = \frac{1}{T_{\text{сmp}}} \quad (11)$$

при $T_{\text{вим}} = 1\text{с}$, $\Delta F = 1\text{Гц}$.

Для зменшення помилки дискрета цифрового виміру частоти використовують метод періодоміра. Основна схема виміру за цим методом полягає в тому, що періодомір підраховує кількість імпульсів частоти $f_{\text{сч}} \gg f_c$ за час $T_{\text{сч}} = nT_c = \frac{n}{f_c}$, тобто $N = f_{\text{сч}}T_{\text{сч}} = n \frac{f_{\text{сч}}}{f_c}$,

а частота сигналу може бути оцінена як

$$f_c = f_{\text{сч}} \frac{n}{N}. \quad (12)$$

Помилка дискрета в один рахунковий імпульс $\Delta N=1$ (один період коливань частоти $f_{\text{сч}}$) відповідає помилці в оцінюванні частоти:

$$\Delta f_c = f_{\text{сч}} \frac{n}{N^2} = \frac{1}{n} \frac{f_c^2}{f_{\text{сч}}} = \frac{1}{T_{\text{вим}}} \frac{f_c}{f_{\text{сч}}}. \quad (13)$$

Помилка дискрета тим менше, чим більше $f_{\text{сч}}$ порівняно з f_c .

Аналогічні схеми застосовуються для визначення параметрів імпульсних сигналів РЛС і систем передачі інформації.

Розумне використання сучасних обчислювальних засобів не мислимо без умілого застосування методів обчислювальної математики, у рамках якої останнім часом отримано безліч оригінальних результатів. Тут відмітимо LS – спектри Барнінга і Ломба, метод CLEAN та ін.

Аналіз особливостей виміру несучої частоти фазо-модульованих сигналів. Нехай реєстрований фазо-модульований сигнал має вигляд

$$X_j(t) = A \cos[\omega_o t + \phi_i(t) + \varphi_o] + n_j(t),$$

де $n_j(t)$ – випадковий гаусівський процес з нульовим математичним очікуванням і невідомою дисперсією. У випадку, якщо вказаний процес має інший розподіл, можна на вході реєстратора (чи процедур обробки) використати "обліючий" фільтр. Проаналізуємо його з точки зору синтезу процедур виміру несучої частоти фазо-

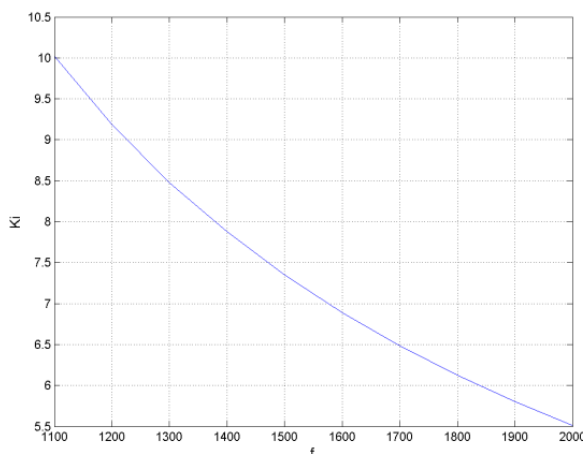
модульованих сигналів. Аналіз вестимемо стосовно відносної фазової модуляції, яка, по-перше, є найбільш складним і загальним випадком і, по-друге, досить широко використовується в сучасних системах передачі інформації.

В умовах апіорної невизначеності вважатимемо відомими частоту дискретизації, форму очікуваного сигналу, а також припустимо, що амплітуда сигналу на його періоді є невідомою, але постійною.

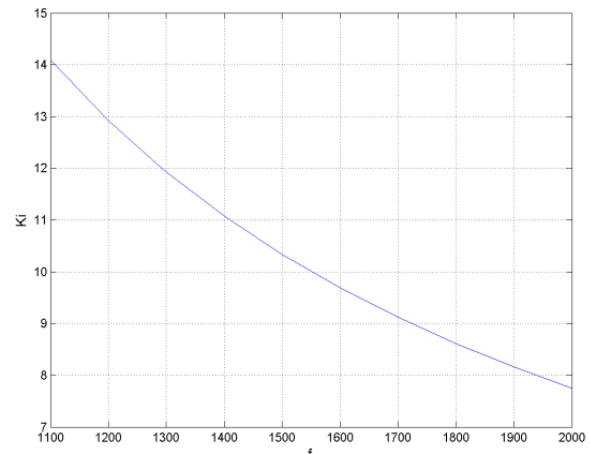
Окрім того, при заданій частоті дискретизації і певній несучій частоті сигнал матиме певну кількість відліків, рознесених на задану постійну кутову відстань. Правильність цього припущення підтверджується тим, що кількість імпульсів на періоді сигналу (K_i) визначається відношенням $F_{дискр}/f_{нес}$. Це

впливає також із залежностей, поданих на рис. 1.

На жаль, при відносній фазовій модуляції величина однієї з фазових складових сигналу φ_o змінюється в широких межах. Обумовлено це двома причинами: тим фактом, що зміна фазових складових відбувається не синхронно, а також наявністю закономірної зміни фази, визначуваної маніпулюючою послідовністю. Широкі межі зміни φ_o призводитимуть до того, що кількість імпульсів на напівперіоді змінюватиметься. Наприклад, при несучій частоті 1600 Гц і частоті дискретизації 11025 Гц кількість імпульсів на напівперіоді сигналу буде 3 або 4 імпульси, а середня кількість імпульсів за період дорівнює 6.89.



а)



б)

Рис. 1. Залежність кількості імпульсів на періоді сигналу залежно від несучої частоти:

а – $F_{дискр} = 11025$ Гц; б – $F_{дискр} = 15500$ Гц

Частково руйнувати вказану закономірність буде і друга фазова складова $\phi_i(t)$, яка залежить від виду модуляції. Але ці дані можна використати в якості апіорної інформації при визначенні як несучої частоти колювання, так і виду модуляції. Тому спочатку виконаємо статистичну обробку часових рядів з різним видом фазової модуляції і з'ясуємо достовірність зроблених припущень, а також визначимо, як використати ці дані при визначенні несучої частоти.

Результати статистичної обробки часових рядів представлені на рис. 2.

При цьому по осі x показано кількість позитивних імпульсів часового ряду, наступних один за одним. Як і слід було чекати, найбільш вірогідне число при несучій частоті в 1600 Гц – три і чотири для усіх видів модуляції. Аналогічний характер мають діаграми для негативного напівперіоду сигналу. Проаналізуємо вплив гаусівського шуму на кількість імпульсів на напівперіоді сигналу. Отримані залежності при середньому

відношенні сигнал – шум, що дорівнює 5 дБ, подано на рис. 3. Саме при зменшенні відношення сигнал – шум менше 5 дБ починаються зміни в гістограмах для всіх видів

модуляції. Але навіть і при такому низькому відношенні сигнал – шум зберігаються встановлені закономірності.

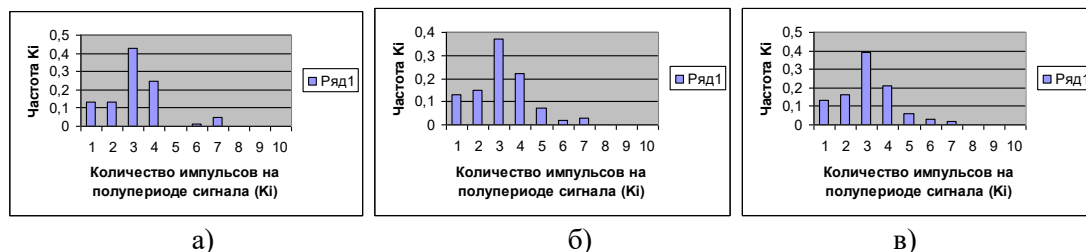


Рис. 2. Гістограми кількості позитивних імпульсів на напівперіоді сигналу ($F_{диск} = 11025$ Гц; $f_{нес} = 1600$ Гц): а – PSK2; б – PSK4; в – PSK8

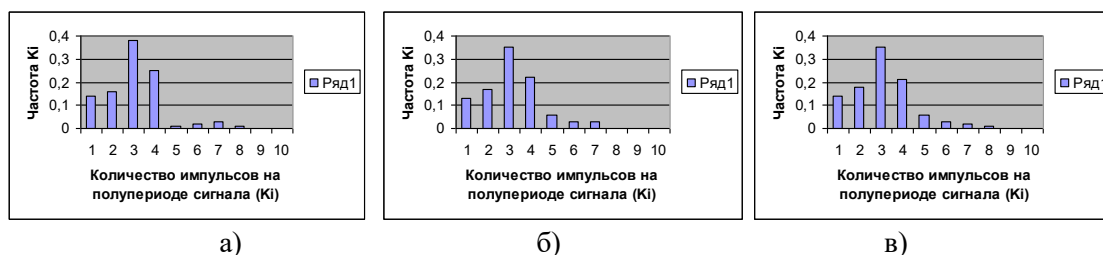


Рис. 3. Гістограми числа позитивних імпульсів на полуперіоді сигналу ($F_{диск} = 11025$ Гц; $f_{нес} = 1600$ Гц; $q = 5$ дБ): а – PSK2; б – PSK4; в – PSK8

Таким чином, кількість позитивних (чи негативних) імпульсів наступних один за одним є стійкою характеристикою, слабо залежною від відношення сигнал – шум, і повинно використовуватися як при вирішенні завдання оцінки несучої частоти колювання, так і при ідентифікації виду модуляції.

Оскільки фільтрові, дискримінаційні та інтерференційні виміри несучої частоти колювання не задовольняють вимоги з точності, проаналізуємо можливості використання спектральних методів, які стійкі до впливу шуму, що заважає.

На рис. 4 наведено результати спектрального аналізу фазо-модульованих сигналів за відсутності впливу шуму, що заважає. При цьому на рис. 4 наведено результати обробки гармонійного колювання несучої частоти, яка відповідала аналізованим сигналам ($f_{нес} = 1600$ Гц, кількість оброблених елементів 2000).

Аналіз поданих залежностей дає можливість зробити висновок, що цей метод погано придатний для оцінки несучої частоти колювання. Останнє обумовлене тим, що стрибкоподібна зміна фази сигналу (відповідно до виду модуляції) в аналізованому часовому відрізку сигналу руйнує роботу спектральних методів виміру несучої. Тому для вирішення завдання оцінки несучої частоти колювання необхідно виділити фрагмент часового ряду на ділянці, у якій немає зміни фазової складової $\phi_i(t)$. Більш того, саме на цьому принципі побудовані методи, розглянуті вище.

На жаль, розглянуті вище методи, окрім спектральних, не задовольняють за точністю визначення несучої частоти. Тому надалі доцільно досліджувати можливість визначення несучої частоти колювання за позитивними або негативними імпульсами, які слідуєть один за одним і мають максимальну частоту. Для розглянутого вище випадку (рис. 2 і 3), це три і чотири імпульси, які досить просто виділити з

аналізованого часового ряду. Власно кажучи, це будуть "половинки" несучого коливання, які несуть інформацію про несучу частоту коливання.

Оскільки реєстровані часові ряди схильні до впливу шумів, що заважають, і перешкод, а також каналу поширення сигналу і внутрішніх шумів приймального пристрою, то процедури

виділення необхідних фрагментів мають бути стійкими до змін відношення сигнал – шум.

Останнє обумовлено зміною амплітуди корисного сигналу, а також варіаціями інтенсивності шуму, що заважає.

Таким чином, стоїть задача виміру частоти несучого коливання фазо-модульованого сигналу з невідомою амплітудою в шумі невідомої інтенсивності.

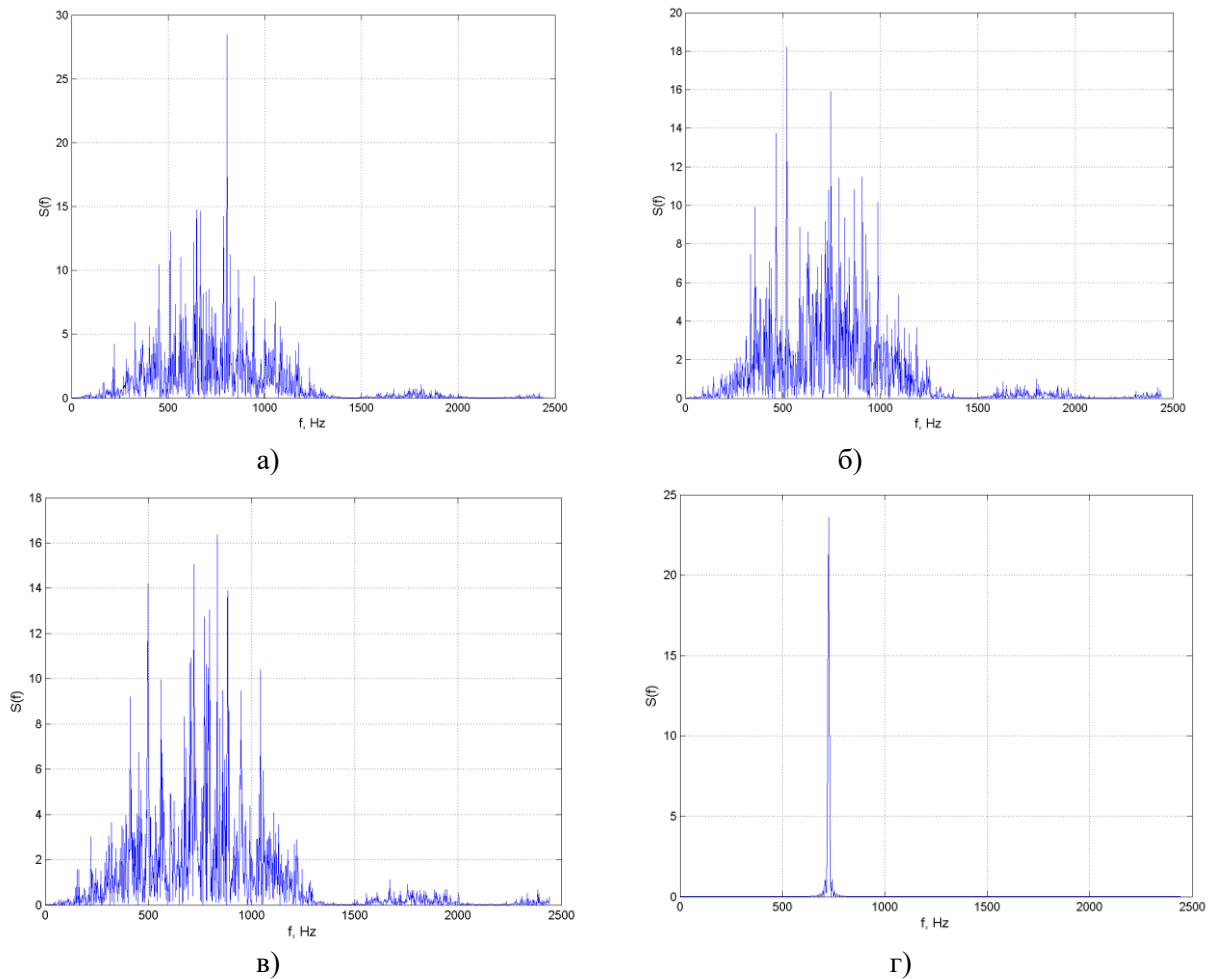


Рис. 4. Результати спектрального аналізу фазо-модульованих сигналів:
 а – PSK – 2 ($F_{max} = 1771$ Гц); б – PSK – 4 ($F_{max} = 1148$ Гц);
 в – PSK – 8 ($F_{max} = 1838$ Гц); г – Sin($3200\pi t$) ($F_{max} = 1600$ Гц)

Список використаних джерел

1. Скляр, Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение [Текст] / Б. Скляр. – М.: Изд. дом Вильямс, 2004. – 1104 с.
2. Метод определения вида цифровой модуляции при априорной неопределенности основных параметров радиосигнала [Текст] / С.С. Аджемов, Г.О. Бокк, Н.Е. Поборчая [и др.]. // Радиотехника. – 2004. – № 5. – С. 71-76.

3. Марпл-мл., С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения [Текст] / С.Л. Марпл-мл. – М.: Мир, 1990. – 547 с.

4. Тихонов, В.И. Оптимальный прием сигналов [Текст] / В.И. Тихонов. – М.: Радио и связь, 1983. – 320 с.

5. Пастушенко, Н.С. Анализ потенциальных характеристик фазо-манипулированных сигналов в задачах обнаружения и измерения [Текст] / Н.С. Пастушенко, О.Н. Пастушенко // Радиотехника: Всеукраинский межведомственный научно-технический сборник.–Харьков: ХНУРЭ. – 2007. – Вып. 151. – С. 171-177.

Рецензент д-р техн. наук, профессор Г.В. Альошин

Трубчанінова Карина Артурівна, канд. техн. наук, доцент, кафедра транспортного зв'язку, Український державний університет залізничного транспорту, тел.: (057) 730-10-81. E-mail: TKA2@ukr.net.

Чоботок Анна Володимирівна, магістрант, кафедра транспортного зв'язку Український державний університет залізничного транспорту. E-mail: annychobotok@icloud.com.

Trubcaninova Karyna, cand. of techn. sciences, lecturer of the transport connection, Ukrainian State University of Railway Transport, tel.: (057) 730-10-81. E-mail: TKA2@ukr.net.

Chobotok Anna, master student of the transport connection, Ukrainian State University of Railway Transport. E-mail: annychobotok@icloud.com.

Наукова праця здана до друку 13.10.2015 р.

УДК 621.391

АНАЛІЗ ПРИНЦИПІВ ПОБУДОВИ ЦИФРОВИХ КОМУТАЦІЙНИХ ПОЛІВ

Магістрант Ю.О. Отченаш

АНАЛИЗ ПРИНЦИПОВ ПОСТРОЕНИЯ ЦИФРОВЫХ КОММУТАЦИОННЫХ ПОЛЕЙ

Магистрант Ю.О. Отченаш

ANALYSIS OF THE PRINCIPLES OF CONSTRUCTION OF DIGITAL SWITCHING FIELDS

Master student Y.A. Otchenash

Стаття присвячена питанням, пов'язаним з побудовою цифрових комутаційних полів. Розглянуто векторне подання каналу у двокоординатному просторі та перетворення координат в процесі комутації, основні варіанти побудови модулів просторової та часової комутації, а також комутаційних полів типу Ч-П-Ч на їх основі.

Ключові слова: комірка, каналний інтервал, комутаційне поле, швидкодія пам'яті, блок, модуль, канал.

Статья посвящена вопросам, связанным с построением цифровых коммутационных полей. В статье рассматривается векторное представление канала в двухкоординатном пространстве и преобразования координат в процессе коммутации, основные варианты построения модулей пространственной и временной коммутации, а также коммутационных полей типа М-П-М на их основе.

Ключевые слова: ячейка, каналный интервал, коммутационное поле, быстродействие памяти, блок, модуль, канал.

The article is devoted to issues related to the construction of digital switching fields. In the article the vector representation of the channel in the space of two-coandcoordinate transformations in the process of

switching modules basic variants of spatial and temporal switching, and switching gain fields of type B-P-B based on them.

Keywords: cell, channel spacing, switching field performance memory block, module, channel.

Вступ. Відповідно до концепції розвитку цифрової мережі зв'язку залізничного транспорту впровадження сучасних цифрових систем комутації є одним з перспективних напрямків розвитку телефонних мереж залізничного транспорту [1]. Цифрові системи, що використовуються для комутації мовної інформації в режимі комутації каналів, як правило, реалізують розподіл інформації шляхом перетворення координат сигналів і каналів у комутаційному полі. Задача побудови комутаційного поля на базі комутаційних модулів належить до класичних завдань оптимізації структурно-складних систем комутації. Тому аналіз цифрових комутаційних полів є актуальним завданням.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Визначення ефективності всієї цифрової системи комутації (ЦСК) є складним завданням, однак можна оцінювати ефективність її окремих складових частин, зокрема ефективність комутаційних полів, структури яких значною мірою впливають на ефективність роботи всієї ЦСК [2]. Ефективність структур цифрових комутаційних полів (ЦКП) прийнято оцінювати з точки зору їх економічності, яка в комутаційних системах визначається кількістю еквівалентних точок комутації [3]. Тому аналіз принципів побудови комутаційних полів, а також принципів синтезу модулів і блоків цифрової комутації, що є складовими комутаційних полів, – актуальне завдання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основним завданням при аналізі цифрової системи комутації є визначення, як і в якому саме структурному блоці реалізована кожна з функцій кожної з підсистем [4]. Підсистема комутації, як правило, не є єдиним цифровим комутаційним полем. Вона може бути розділеною на ступені пошуку, функції комутації можуть бути реалізовані в різних модулях. Для реалізації функції створюються модулі цифрових з'єднувальних ліній, які включають декілька цифрових з'єднувальних

ліній. Основні принципи побудови цифрового комутатора розглянуто в роботі [5].

Таким чином, проводимо аналіз цифрового комутаційного поля, а саме основних його модулів, які ми зможемо проаналізувати, принцип побудови і роботи просторового та часового комутаторів цифрових каналів і розглянемо детальніше роботу комутаційного поля зі структурою «час – простір – час».

Метою роботи є аналіз принципів побудови цифрових комутаційних полів і їх складових – комутаційних схем типу «простір», «час» і «час-простір».

Основна частина дослідження. Базовими координатами, за якими поділяються цифрові канали, є час і простір. На рис. 1 наведено координати кожного цифрового каналу як об'єкта комутації.

Таким чином, маємо векторне подання каналу у двокоординатному просторі $S_i T$:

$$k_i = \{S_i, t_i\},$$

де i – інтервал комутації каналу;

k_i – цифровий канал об'єкта комутації;

t_i – номер часового інтервалу відведеного каналу;

S_i – номер просторового цифрового тракту.

Утворення з'єднувального тракту двох цифрових каналів може бути подано як

$$\{S_i, t_i\} \rightarrow \Phi\{S_j, t_j\},$$

$$k_i \rightarrow \Phi\{k_j\}$$

де Φ – процес комутації.

Послідовність процесів перетворення кожної координати, а також кількість етапів перетворення кожного виду можуть бути різною, але кожному з них відповідає певний клас структур комутаційних полів. У таблиці наведено основні з них.

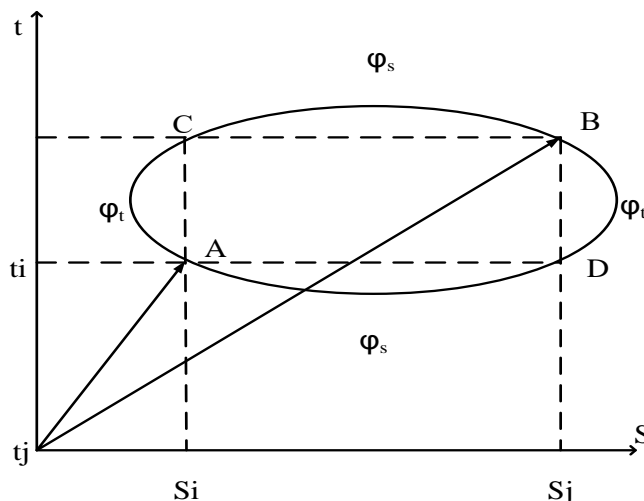


Рис. 1. Вектор сигналу у двокоординатному просторі SiT

Таблиця

Послідовність процесів перетворення в комутаційних полях

Послідовність	Структура комутаційного поля
$L_1 = \{ \varphi_s, \varphi_t \}$	Простір – час ($S - T$)
$L_2 = \{ \varphi_t, \varphi_s \}$	Час – простір ($T - S$)
$L_3 = \{ \varphi_t, \varphi_s, \varphi_t \}$	Час – простір – час ($T - S - T$)
$L_4 = \{ \varphi_s, \varphi_t, \varphi_s \}$	Простір – час – простір ($S - T - S$)

Реалізація кожного типу перетворень здійснюється в окремому модулі – у модулях просторової, часової та просторово-часової комутації/комутації цифрових каналів.

Реалізація модуля просторової комутації при декомпозиції по виходах є найбільш ефективною при використанні мультиплексорів. Розглянемо приклад побудови модулю просторової комутації (МПК) з 16 входами та 16 виходами на мультиплексорах. Кожен мультиплексор реалізує логічну функцію

$$Z_j \bigvee_{i=1}^{16} x_i f_i(a),$$

де Z – вихідна змінна, за виходом мультиплексора;

x_i – вхідна змінна (вхід мультиплексора);

$f_i(a)$ – функція адреси i -го входу,

$$f_i(a) = s \& a_1^{\alpha 1i} \& a_2^{\alpha 2i} \& a_3^{\alpha 3i} \& a_4^{\alpha 4i}.$$

Отримана структура МПК називається однокаскадною (рис. 2). Ця структура отримана в тому разі, коли кількість вхідних трактів МПК не перевищує кількості входів мультиплексора.

Комутація цифрових каналів у часі полягає в забезпеченні можливості передачі інформації, що надходить в одному часовому інтервалі t_i протягом іншого часового інтервалу t_j . На рис. 3 показано, як за допомогою модуля часової комутації інформаційний каналний інтервал пересилається в інший каналний інтервал, і навпаки, а в модулі часової комутації здійснюється по суті обмін інформацією комутуваних каналних інтервалів.

Реалізація процесу часової комутації в модулі вимагає двох звернень до пам'яті протягом одного часового інтервалу для кожного вхідного і вихідного каналу, а якщо відомий цикл системи передачі і заданий той запам'ятовуючий пристрій, то можна визначити максимальну кількість каналів, яку може обслуговувати модуль часової комутації.

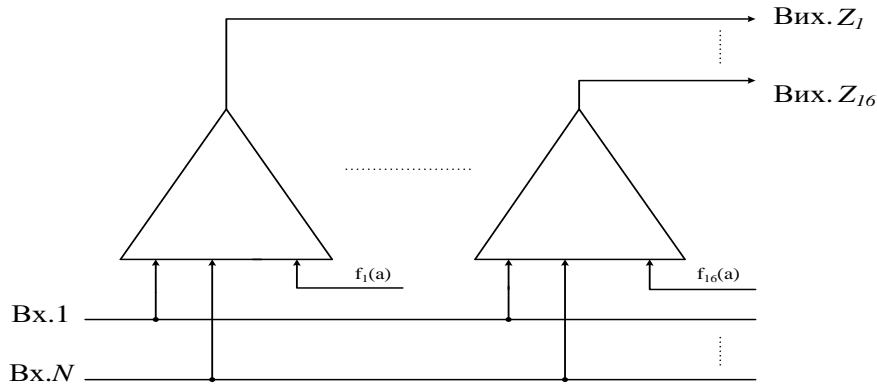


Рис. 2. Структурна схема одно каскадного модуля просторової комутації 16 × 16

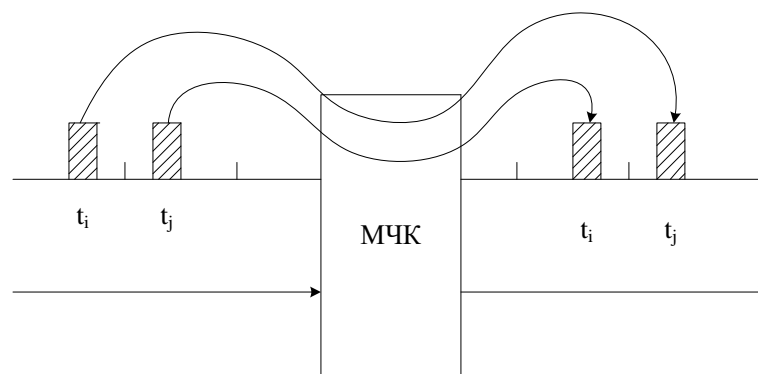


Рис. 3. Схема переміщення вмісту каналних інтервалів у процесі часової комутації

Тривалість звернення до пам'яті одного каналного інтервалу для модуля часової комутації визначається як

$$\tau \leq T_{ц} / 2С.$$

Максимальна кількість каналів МЧК при заданій швидкості ЗП - τ

$$C_{\text{макс}} \leq T_{ц} / 2\tau.$$

Розглянуті раніше процеси комутації припускали для своєї реалізації поділ блока просторової і часової комутації цифрових каналів. Проте теоретично була доведена ефективність просторово-часової комутації.

Розглянемо далі принципи побудови цифрових комутаційних полів. Цифрове комутаційне поле може бути побудовано за двома принципами: ланковим і матричним. Принцип застосування матричного способу побудови комутаційного поля на основі модулів просторово-часової комутації показано

на рис. 4, де в основу полягає запам'ятовуючий пристрій керування (ЗПК) і комбінований комутатор (КК). У таких ЦКП ймовірність внутрішніх блокувань дорівнює нулю, а час затримки інформації мінімальний.

Як правило, забезпечення необхідної надійності може бути реалізовано за допомогою структурного резервування (рис. 5). При структурному резервуванні необхідні можливості ЦКП розділені між декількома незалежними рівноправними «шарами» (зазвичай не більше чотирьох). Всі «шари» беруть участь у комутації розмовних сигналів. Всі цифрові лінії за допомогою додаткової ступені, побудованої на цифрових комутаторах доступу (ЦКД), мають доступ до кожного з «шарів». При виході з ладу одного з «шарів» всі встановлені з'єднання, які він забезпечував, втрачаються, а всі ті «шари», що залишилися, беруть на себе додаткове навантаження. Це призводить до деякого зниження якості обслуговування. Однак такий підхід не вимагає 100 % надмірності.

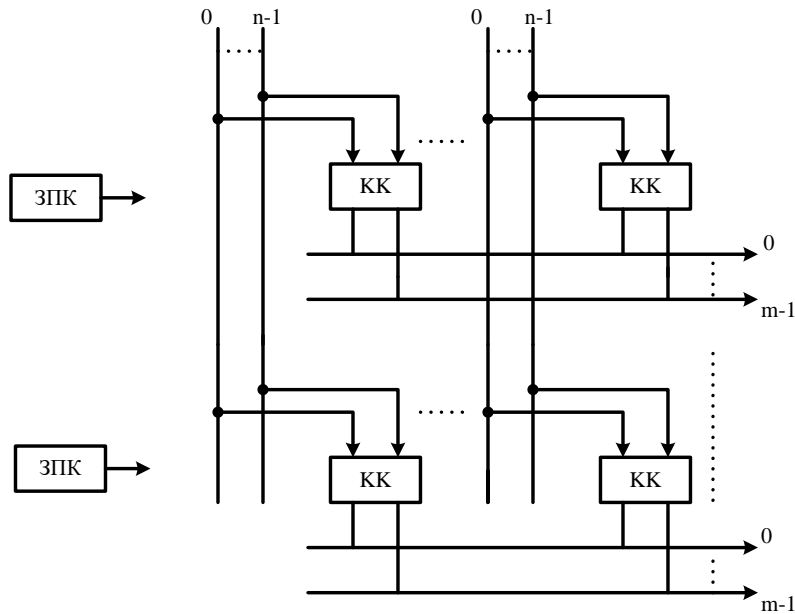


Рис. 4. Матричний принцип побудови ЦКП

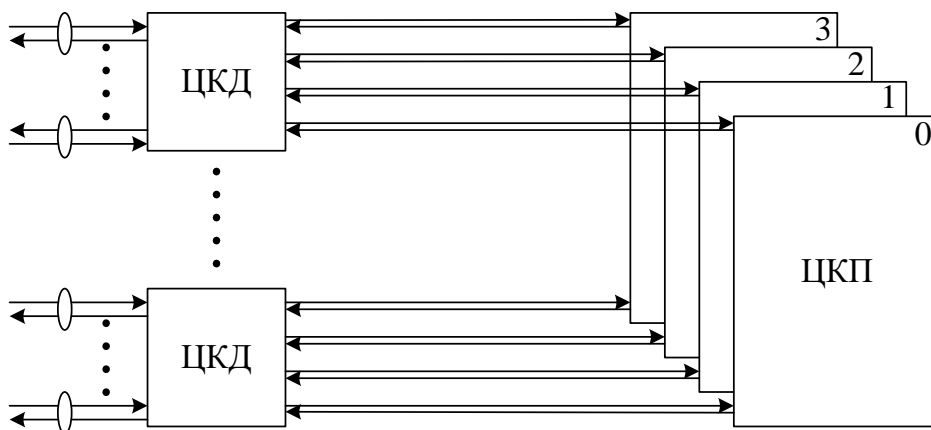


Рис. 5. Структурне резервування ЦКП

Іншим принципом побудови цифрових комутаційних полів є ланковий принцип. Найчастіше в цифрових системах комутації використовується три ланкова комутаційна система «час-простір-час» (Ч-П-Ч), що показана на рис. 6.

Висновки. Таким чином, з'ясовано, що цифрове комутаційне поле здійснює з'єднання

кожного входу з кожним виходом, має модульну побудову, яка дозволяє будувати цифрове комутаційне поле різною ємністю та забезпечує дуплексне з'єднання. При аналізі систем комутації маємо зауважити, що, як правило, цифрове комутаційне поле не являє собою єдине ціле. Воно може бути розділеним на ступені пошуку, функції комутації в різних блоках або модулях.

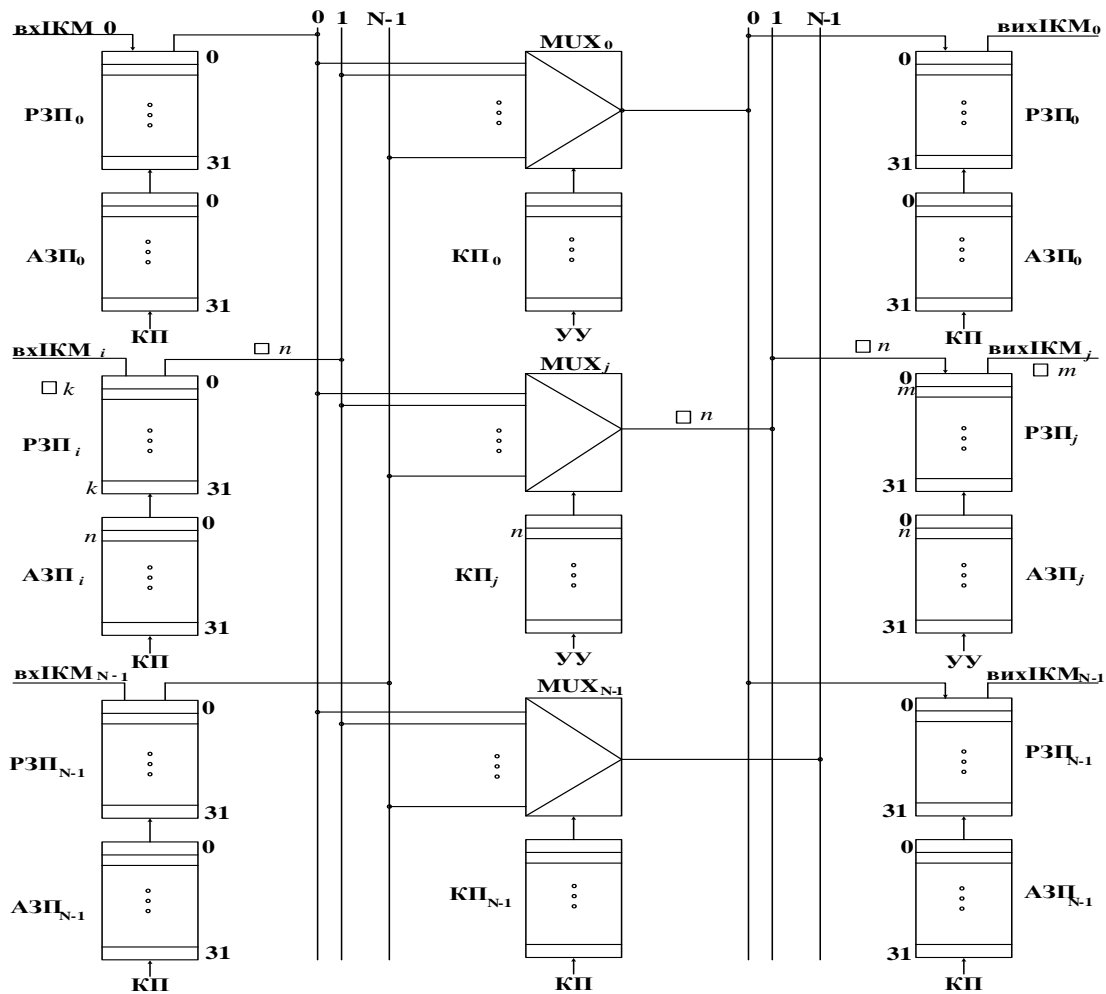


Рис. 6. Реалізація схеми Ч – П – Ч

Список використаних джерел

1. Концепція побудови та модернізації цифрової мережі зв'язку та передачі даних залізничного транспорту [Текст] / А.В. Слободян, Ю.М. Федюшин, І.В. Анохов [та ін.]. – К.: Укрзалізниця, 1999. – 78 с.
2. Росляков, А.В. Методические указания для проведения практических занятий по дисциплине «Сети связи и системы коммутации» [Текст] / А.В. Росляков. – Самара: ПГУТИ, 2014. – 25 с.
3. Лапшин, С.М. Коммутационное поле цифровой АТСФ 50/1000 [Текст] / С.М. Лапшин. – Минск: БГУИР, 2005. – 158 с.
4. Кожанов, Ю.Ф. Основы автоматической коммутации [Текст] / Ю.Ф. Кожанов. – СПб.: SIMENS, 1999. – 147 с.
5. Беллами, Дж. Цифровая телефония [Текст]: пер. с англ. / Дж. Беллами; под ред. А.Н. Берлина, Ю.Н. Чернышова. – М.: Эко-Трендз, 2004. – 640 с.
6. Лебединский, А.К. Автоматическая телефонная связь на железнодорожном транспорте [Текст] / А.К. Лебединский, А.А. Повловский, Ю.В. Юркин. – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – М.: Транспортная книга, 2008 – 531 с.
7. Гольдштейн, Б.С. Системы коммутации [Текст]: учеб. для вузов / Б.С. Гольдштейн. – 2-е изд. – СПб.: БЗВ-Санкт-Петербург, 2004. – 314 с.
8. Лебединский, А.К. Системы телефонной коммутации [Текст] / А.К. Лебединский, А.А. Повловский, Ю.В. Юркин. – М.: Маршрут, 2003 – 496 с.

9. Берлин, А.Н. Коммутация в системах и сетях связи [Текст] / А.Н. Берлин. – М.: Эко – Трендз, 2006. – 344 с.

10. Берлин, А.Н. Цифровые сотовые системы связи [Текст] / А.Н. Берлин. – М.: Эко – Трендз, 2007. – 296 с.

11. Баркун, М.А. Цифровые системы синхронной коммутации [Текст] / М.А. Баркун, О.Р. Ходасевич. – М.: Эко-Трендз, 2001. – 186 с.

Рецензент д-р техн. наук, профессор С.І. Приходько

Отченаш Юлія Олександрівна, магістрант, Український державний університет залізничного транспорту.

Otchenash Yuliya Oleksandrivna, master student, Ukrainian State University of Railway Transport.

Наукова праця здана до друку 22.09.2015 р.

УДК 656.25

СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ КОЛІЙНОГО ПРИЙМАЧА СИГНАЛІВ З АМПЛІТУДНОЮ МОДУЛЯЦІЄЮ

Канд. техн. наук В.Ш. Хісматулін, магістрант К.В. Козар

СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ПУТЕВОГО ПРИЕМНИКА СИГНАЛОВ С АМПЛИТУДНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ

Канд. техн. наук В.Ш. Хисматулин, магистрант Е.В. Козарь

THE SYNTHESIS OF THE OPTIMAL STRUCTURE TRACK RECEIVER OF SIGNALS WITH AMPLITUDE MODULATION

Cand. of techn. sciences V. Khismatulin, master student E. Kozar

Оптимальна структура приймача являє собою гетеродинний приймач. Проблемою при практичній реалізації є забезпечення суворої синфазності сигналу і напруги гетеродина, тому для систем автоблокування з централізованим розміщенням апаратури в якості сигналу гетеродина використовується сигнал несучої від «свого» колійного генератора. При децентралізованому розміщенні апаратури необхідно використовувати систему фазового автопідстроювання сигналу гетеродина.

Ключові слова: *тональні рейкові кола, колійний приймач, приймач прямого перетворення, гетеродин.*

Оптимальная структура приемника представляет собой гетеродинный приемник. Проблемой при практической реализации является обеспечение строгой синфазности сигнала и напряжения гетеродина, поэтому для систем автоблокировки с централизованным размещением аппаратуры в качестве сигнала гетеродина используется сигнал несущей от "своего" путевого генератора. При децентрализованном размещении аппаратуры необходимо использовать систему фазовой автоподстройки частоты сигнала гетеродина.

Ключевые слова: *тональные рельсовые цепи, путевой приемник, приемник прямого преобразования, гетеродин.*

The optimal structure of the receiver is a heterodyne receiver. Problem in practical implementation is to ensure strict phase and local oscillator voltage, so the auto lock systems with centralized deployment of

equipment in use as a local oscillator signal from the carrier signal "his" track generator. With decentralized deployment of equipment necessary to use the phase locked loop oscillator signal.

Keywords: *tonal track circuits, track receiver, direct conversion receiver, oscillator.*

Вступ. Рейкові кола мають більш ніж вікову історію. За цей період відбувався безперервний розвиток їх теорії, удосконалення структурних і схемних рішень, модернізація технічних засобів. На сьогодні найбільші експлуатаційні, технічні й економічні переваги мають ТРК, що знаходять застосування на вітчизняних і закордонних залізницях, лініях метрополітену та швидкісного трамвая [1].

Використання сигнального струму тонального діапазону дозволяє істотно підвищити заводозахисність і послабити взаємні впливи між РК, знизити потужність, що споживається, застосувати сучасну елементну базу, здійснити централізоване розміщення апаратури. До переваг ТРК слід віднести можливість позбавлення від ізолюючих стиків, що особливо важливо для дільниць із суцільнозварними рейковими плітками. Відсутність ізолюючих стиків забезпечує електричну безперервність кола повернення тягового струму, скорочує кількість дросель-трансформаторів і знижує витрати електроенергії на тягу поїздів [1, 2].

Постановка проблеми. Зараз у складі апаратури тональних рейкових кіл (ТРК) блок колійного приймача побудовано за принципом прямого підсилення [1-3]. У складі колійних приймачів застосовуються вхідні фільтри зі смугою пропускання 24-30 Гц, які настроюються на одну з частот ТРК. З метою забезпечення необхідного рівня заглушення сусідніх каналів приймання не менше 38 дБ вони мають складну структуру й тому не можуть бути перестроєними на інші частоти. З вказаних причин колійні приймачі мають велику кількість різновидів (виконань), які відрізняються несучою частотою і частотою модуляції робочого сигналу [3, 4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зазначеній проблемі присвячено публікації [10, 11], у яких виконано аналіз проблем побудови універсальних колійних приймачів і забезпечення та доказів їх функціональної безпечності. У них наведено варіанти побудови вхідних кіл і математичні моделі функціональної безпечності приймачів прямого перетворення. Але в публікаціях немає

обґрунтування оптимальних структур приймачів амплітудно-модульованих сигналів.

Визначення мети та задачі дослідження. Метою роботи є пошук оптимальної структури колійного приймача та шляхів її реалізації. Кінцевою метою є побудова універсального колійного приймача, який функціонує на всіх частотах ТРК. При цьому необхідно, щоб переведення приймача з однієї частоти на іншу було якомога простішим і не потребувало здійснення будь-яких складних перемикачів і настроювань. Одночасно необхідно провести й пошук сучасної елементної бази, яка б дозволила підвищити його надійність та спростити налагоджування.

Основний матеріал. Основою синтезу оптимальних приймальних пристроїв інформаційних повідомлень при впливі на приймач функціональних шумів є теорія оптимальної нелінійної фільтрації [5, 8].

Визначимо структуру оптимального приймача, коли на його вхід впливає сума корисного сигналу $u_c(t, \lambda)$ з амплітудною модуляцією (АМ) і флуктуаційного білого шуму $u_w(t)$:

$$u_{\Sigma}(t) = u_c(t, \lambda) + u_w(t). \quad (1)$$

Завдання приймача полягає в оптимальному виділенні повідомлення $\lambda(t)$ з вхідної суміші $u_{\Sigma}(t)$.

Корисний сигнал запишемо у вигляді звичайного АМ коливання:

$$u_c(t, \lambda) = A_0(1 + m_A \lambda) \cos(\omega_0 t + \varphi_0). \quad (2)$$

Тут $A_0, m_A, \omega_0, \varphi_0$ – амплітуда немодульованого коливання, коефіцієнт АМ, частота і початкова фаза відповідно, які передбачаються відомими постійними величинами; λ – повідомлення, що являє собою марковський процес, описуваний стохастичним диференціальним рівнянням виду

$$\lambda'(t) = -\alpha \lambda(t) + u_{\lambda}(t), \quad (3)$$

де $u_\lambda(t)$ – інформаційний шум (шум збудження) білого типу з відомими статистичними характеристиками $\langle u_\lambda(t) \rangle = 0$, $\langle u_\lambda(t_1)u_\lambda(t_2) \rangle = 0,5N_\lambda\delta(t_1 - t_2)$ (N_λ – спектральна щільність).

Таким чином, на вході приймача вважаються відомими всі параметри сигналу, статистичні характеристики вхідного та інформаційного шумів, а єдиним невідомим параметром є повідомлення $\lambda(t)$.

У разі квазіоптимальної фільтрації в гаусовому наближенні маємо такий алгоритм побудови оптимальної оцінки [8]:

$$\hat{\lambda}' = a(\hat{\lambda}) + \sigma_\lambda^2 \frac{\partial l(t, \hat{\lambda})}{\partial \hat{\lambda}}, \quad (4)$$

де

$$\sigma_\lambda^2 = \frac{\alpha}{\left| \frac{\partial^2 l(t, \lambda)}{\partial \lambda^2} \right|} \cdot \left(\sqrt{1 + \frac{b}{\alpha^2} \left| \frac{\partial^2 l(t, \lambda)}{\partial \lambda^2} \right|} - 1 \right) \quad (5)$$

$$\frac{\partial l(t, \hat{\lambda})}{\partial \hat{\lambda}} = \frac{1}{N_0} \left[2u_\Sigma(t) A_0 m_A \cos(\omega_0 t + \varphi_0) - A_0^2 (1 + m_A \lambda) m_A \right]. \quad (8)$$

Підставивши вирази (6) і (8) у вираз (4), отримаємо диференціальне рівняння для оптимальної оцінки повідомлення

$$\hat{\lambda}' + \alpha \lambda = \frac{\sigma_\lambda^2 A_0 m_A}{N_0} \left[2u_\Sigma(t) \cos(\omega_0 t + \varphi_0) - A_0 (1 + m_A \lambda) \right]. \quad (9)$$

Розв'язуючи це диференціальне рівняння, знайдемо вихідний алгоритм для оптимальної структури приймача

$$\lambda = \frac{K}{Tp + 1} \left[2u_\Sigma(t) \cos(\omega_0 t + \varphi_0) - A_0 - A_0 m_A \lambda \right], \quad (10)$$

де $T = 1/\alpha$, $K = \sigma_\lambda^2 A_0 m_A / N_0 \alpha$.

Дисперсія апостеріорного розподілу визначається з виразу (5):

$$\sigma_\lambda^2 = \frac{\alpha N_0}{(A_0 m_A)^2} \cdot \left(\sqrt{1 + \frac{(A_0 m_A)^2 N_\lambda}{2\alpha^2 N_0}} - 1 \right), \quad (11)$$

де $\alpha = 1/RC = \Delta F_\lambda$ – смуга частот інформаційного повідомлення $\lambda(t)$.

– постійна в часі дисперсія апостеріорного розподілу, що характеризує помилку у визначенні повідомлення.

На підставі апріорного рівняння (3) коефіцієнт зносу

$$a(\lambda) = -\alpha \lambda. \quad (6)$$

Оскільки повідомлення закладено в законі зміни амплітуди сигналу, при адитивній суміші сигналу і нормального білого шуму (1) функція $l(t, \lambda)$ визначається виразом [8,9]:

$$l(t, \lambda) = \frac{1}{N_0} \left[2u_\Sigma(t) u_c(t, \lambda) - u_c^2(t, \lambda) \right]. \quad (7)$$

Вважатимемо, що вхідне коло приймача забезпечує фільтрацію сигналів з подвійною частотою $2\omega_0$. У цьому випадку з урахуванням виразу (2), опускаючи члени з частотою $2\omega_0$, отримаємо

Рівняння (11) моделюється когерентним (синхронним) приймачем, структурна схема якого наведена на рис. 1.

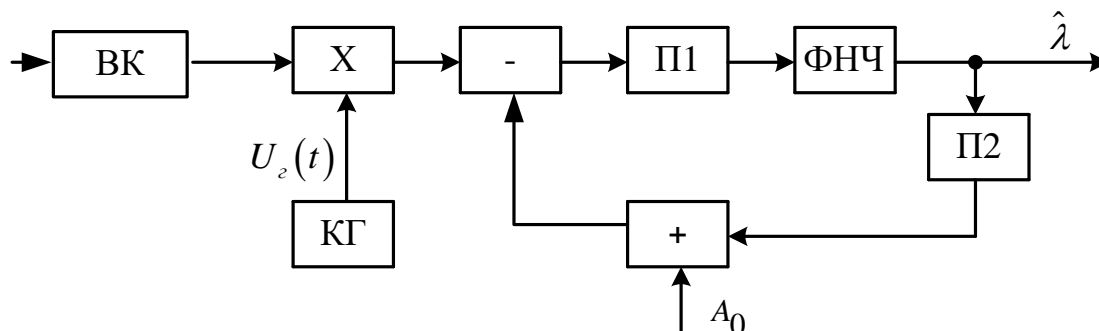


Рис. 1. Схема когерентного приймача

Після лінійного вхідного кола (ВК) суміш сигналу і шуму $u_{\Sigma}(t)$ надходить на перемножувач (фазовий детектор), на вхід якого від когерентного гетеродина (КГ) подається опорне коливання

$$U_z(t) = 2 \cos(\omega_0 t + \varphi_0), \quad (12)$$

частота ω_0 та початкова фаза φ_0 якого співпадають з параметрами сигналу (2). Напряга з виходу перемножувача, зміщена на величину $A_0(1 + m_A \lambda)$, що формується за допомогою підсилювача П2 з коефіцієнтом

підсилення $m_A A_0$ та суматора, далі подається на підсилювач П1 з коефіцієнтом посилення К і в фільтр низьких частот (ФНЧ) – інтегруючу RC-ланку з постійною часу Т. Вихідна напряга інтегруючої ланки дає оцінку повідомлення λ . Смугу пропускання ФНЧ обирають, виходячи з спектру частот демодульованого повідомлення і прагнення пропустити якомога менше шумів.

Практична реалізація отриманої оптимальної структури відома як приймач прямого перетворення (ППП) або гетеродинний приймач [9]. Він має структурну схему, яку подано на рис. 2.

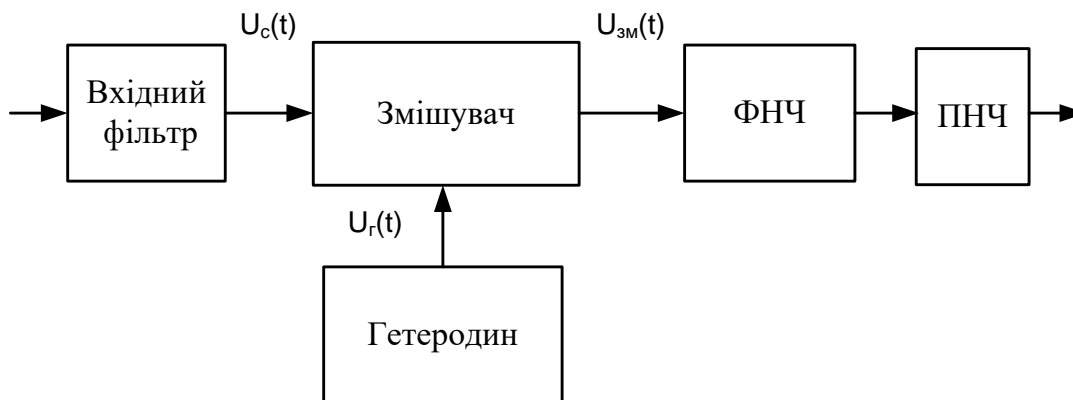


Рис. 2. Приймач прямого перетворення

Змішувач виконує функцію перемноження вхідного сигналу з сигналом гетеродина. Коливання з подвійною частотою сигналу фільтрується на виході змішувача без

будь-яких труднощів. На навантаженні змішувача виділяється корисна напряга, вона містить коливання лише різницевої частоти сигналу і гетеродина, і його амплітуда

пропорційна підсиленню змішувача. При цьому спектр прийнятих сигналів лінійно переходить в область низьких (інформаційних) частот. Корисний сигнал різницевої частоти виділяється у фільтрі нижніх частот (ФНЧ).

Внаслідок того, що в ППП основна селекція корисного сигналу здійснюється у ФНЧ, вхідний фільтр, на відміну від приймача прямого підсилення, може мати широку смугу пропускання – до однієї октави. Таким чином, розглянута структура дозволяє виключити складний вхідний фільтр [10]. Завдяки цьому виникає можливість побудови єдиного варіанта колійного приймача. Перестроювання на будь-яку частоту сигналу ТРК здійснюється шляхом лише зміни частоти гетеродина.

Відмітною рисою розглянутої структури ППП є те, що частота і фаза сигналу гетеродина повинна строго дорівнювати частоті і фазі прийнятого сигналу. У цьому випадку сигнал на виході змішувача має лише одну складову, яка дорівнює частоті модуляції F_m . Ця складова виділяється ФНЧ з відповідною частотою настроювання й далі застосовується для керування колійним реле.

Проблема синхронізації частот гетеродина та сигналу є найбільш складною у практичній реалізації ППП. При застосуванні систем автоблокування з централізованим

розміщенням апаратури АБТЦ, прийнятої в якості типової для устаткування ділянок при новому будівництві й капітальному ремонті, варіант рішення проблеми полягає в тому, що в якості сигналу гетеродина потрібно взяти сигнал несучої від "свого" колійного генератора. Для систем автоблокування з децентралізованим розміщенням апаратури рішенням проблеми є застосування системи фазового автопідстроювання частоти сигналу гетеродина.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Проблема синхронізації частот гетеродина та сигналу є найбільш складною у практичній реалізації ППП. При застосуванні систем автоблокування з централізованим розміщенням апаратури АБТЦ, прийнятої в якості типової для устаткування ділянок при новому будівництві й капітальному ремонті, варіант рішення проблеми полягає в тому, що в якості сигналу гетеродина потрібно взяти сигнал несучої від "свого" колійного генератора. Для систем автоблокування з децентралізованим розміщенням апаратури рішенням проблеми є застосування системи фазового автопідстроювання частоти сигналу гетеродина.

Список використаних джерел

1. Практичний посібник з технічного утримання апаратури тональних рейкових кіл [Текст] / П.Д. Кулик, О.О. Удовіков, В.І. Басов [та ін.] // ЦШ-0041. – К.: Укрзалізниця, 2006. – 288 с.
2. Кулик, П.Д. Тональные рельсовые цепи в системах ЖАТ: построение, регулировка, обслуживание, поиск и устранение неисправностей [Текст] / П.Д. Кулик, Н.С. Ивакин, А.А. Удовиков. – К.: Изд. дом «Мануфактура», 2003. – 216 с.
3. Дмитриев, В.С. Системы автоблокировки с рельсовыми цепями тональной частоты [Текст] / В.С. Дмитриев, В.А. Минин. — М.: Транспорт, 1992. — 182 с.
4. Сороко, В.И. Аппаратура железнодорожной автоматики и телемеханики [Текст]: справочник в 2-х т. / В.И. Сороко, В.А. Милюков; под ред. В.И. Сороко. – М.: НПФ Планета, 2000. – Т. 1 – 2.
5. Хісмагулін, В.Ш. Теорія автоматичного керування. Ч. 1. Теорія лінійних неперервних систем автоматичного керування [Текст]: підруч. для вузів / В.Ш. Хісмагулін, С.В. Панченко. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – 239 с.
6. Радиоприемные устройства [Текст]: учеб. для вузов / Н.Н. Фомин, Н.Н. Буга, О.В. Головин [и др.]. – М.: Горячая линия–Телеком, 1997. – 420 с.
7. Математическое моделирование и расчет систем управления техническими объектами [Текст]: учеб. пособие / Б.М. Борисов, В.И. Маларёв, Р.М. Проскуряков. – СПб.: Санкт-Петербургский государственный горный институт, 2002. – 63 с.
8. Радиоприемные устройства [Текст] / под ред. А.П. Жуковского. – М.: Высшая школа, 1989. – 342 с.

9. Поляков, В.Т. Техника прямого преобразования [Текст] / В.Т. Поляков. – М.: Патриот, 1990. – 264 с.

10. Писар, Р.М. Вхідні фільтри універсальних колійних приймачів тональних рейкових кіл [Текст] / Р.М. Писар, В.Ш. Хісматулін // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків, 2013. – Вип. 141 – С. 31-36.

11. Чепцов, М.Н. Безопасность программного обеспечения приемника прямого преобразования тональных рельсовых цепей [Текст] / М.Н. Чепцов // Зб. наук. праць Дон. інст. залізн. трансп. – Донецьк, 2006. – Вип. 4 – С. 54-61.

Рецензент д-р техн. наук, професор А.Б. Бойнік

Хісматулін Володимир Шайдулович, канд. техн. наук, професор, кафедра автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: 730-10-32.

Козар Катерина Валеріївна, магістрант, кафедра автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів, Український державний університет залізничного транспорту. E-mail: kozar.ekaterina@mail.ru.

Khismatulin Volodymyr Sh. cand. of techn. sciences, professor of department Computer automation and telecontrol train traffic Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.:7301032

Kozar Ekaterina, master student of department Computer automation and telecontrol train traffic Ukrainian State University of Railway Transport. E-mail: kozar.ekaterina@mail.ru.

Наукова праця здана до друку 22.09.2015 р.

УДК 692.478

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ АПАРАТУРИ ТОНАЛЬНИХ РЕЙКОВИХ КІЛ ПРИ ЗМІНІ ОПОРУ БАЛАСТУ

Канд. техн. наук В.Ш. Хісматулін, магістрант В.В. Тихонюк

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АППАРАТУРЫ ТОНАЛЬНЫХ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ СОПРОТИВЛЕНИЯ БАЛЛАСТА

Канд. техн. наук В.Ш. Хисматулин, магистрант В.В. Тихонюк

STUDY OF METHODS OF IMPROVING THE RELIABILITY OF THE INSTRUMENT IS FUNCTIONING TONAL TRACK CIRCUITS WHEN THE RESISTANCE OF THE BALLAST

Cand. of techn. sciences V. Khismatulin, master student V. Tikhonyuk

На підставі загальних принципів побудови систем автоматичного керування розглянуто можливі варіанти структури апаратури тональних рейкових кіл з автоматичною корекцією вихідної напруги колійного генератора залежно від величини опору баласту. Для подальшого розроблення запропоновано систему автоматичного регулювання вихідної напруги генератора зі стабілізацією її приписаного значення. Приписане значення встановлюється відповідно до результатів виміру опору ізоляції (баласту).

Ключові слова: генератор, вихідна напруга, опір ізоляції, баласт, тональні рейкові кола, автоматична стабілізація, автоматичне регулювання.

На основе общих принципов построения систем автоматического управления рассмотрены возможные варианты структуры аппаратуры тональных рельсовых цепей с автоматической коррекцией выходного напряжения путевого генератора в зависимости от величины сопротивления

балласта. Для дальшої розробки пропонується система автоматичного регулювання вихідного напруги генератора со стабілізацією его предписанного значення. Предписанное значение устанавливается в соответствии с результатами измерения сопротивления изоляции (балласта).

Ключевые слова: генератор, выходное напряжение, сопротивление изоляции, балласт, тональные рельсовые цепи, автоматическая стабилизация, автоматическое регулирование.

Based on the general principles of automatic control systems are considered options for the structure of tonal track circuit equipment with automatic correction tracking generator output voltage depending on the ballast resistance. For further development, a system of automatic control of the output voltage of the generator with the stabilization of its prescribed value. The prescribed value is set in accordance with the results of measurements of the insulation resistance (ballast).

Keywords: generator, the output voltage, insulation resistance, ballast, tonal track circuits, automatic stabilization, automatic regulation.

Вступ. У наш час найбільші експлуатаційні, технічні та економічні переваги мають рейкові кола тональної частоти (ТРК), які знаходять усе ширше застосування на вітчизняних і закордонних залізницях, лініях метрополітену і швидкісного трамвая. Найбільш суттєвим зовнішнім фактором, що впливає на роботу ТРК, опір ізоляції, величина якого змінюється в широких межах залежно від кліматичних факторів, а також від конструкції та міри забрудненості баласту і шпал. При сухому або промерзлому баласті опір ізоляції складає більше 20 Ом·км, при мокрому баласті може опускатися до 0,5 – 1,0 Ом·км, а на особливо несприятливих ділянках – менше 0,1 Ом·км. Значення опору ізоляції суттєво впливає на довжину зони додаткового шунтування та режими роботи ТРК [1, 2, 3].

Постановка проблеми, аналіз досліджень і публікацій. Зараз у складі апаратури тональних рейкових кіл регулювання вихідної напруги генератора проводиться лише при налаштуванні обладнання. У подальшому здійснюється лише контроль значень, що занесені до регулювальних таблиць [1-3].

У той же час відзначається, що зміна напруги на вході колійного приймача внаслідок зміни опору баласту може порушити нормальну роботу апаратури. Єдиним шляхом у цьому випадку є зменшення довжини проблемних блок-ділянок [1-3].

Визначення мети та задачі дослідження. Модернізація апаратури ТРК для роботи при змінному опорі баласту може проводитися за такими варіантами:

– автоматична стабілізація вихідної напруги (АСВН) генератора при зміні навантаження;

– автоматичне регулювання вихідної напруги (АРВН) генератора за принципом компенсації заважаючої дії.

Розглянемо та порівняємо вказані методи.

Весь тракт передачі струму від генератора до колійного приймача можна розглядати як еквівалентний опір навантаження генератора R_n (на рис. 1 E_0 – електрорушійна сила (е.р.с.), R_2 – внутрішній опір генератора).

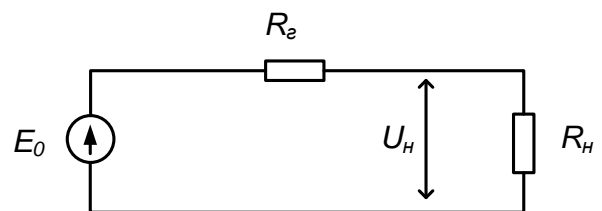


Рис. 1. Еквівалентна схема вихідного кола генератора

Внаслідок того, що опір навантаження R_n залежить від величини опору ізоляції R_i , його вихідна напруга U_n також буде змінюватись при зміні опору ізоляції. Залежність нормованої вихідної напруги генератора від величини опору ізоляції R_i , розрахована за допомогою моделювання ТРК у пакеті MATLAB [4,8], наведено на рис. 2.

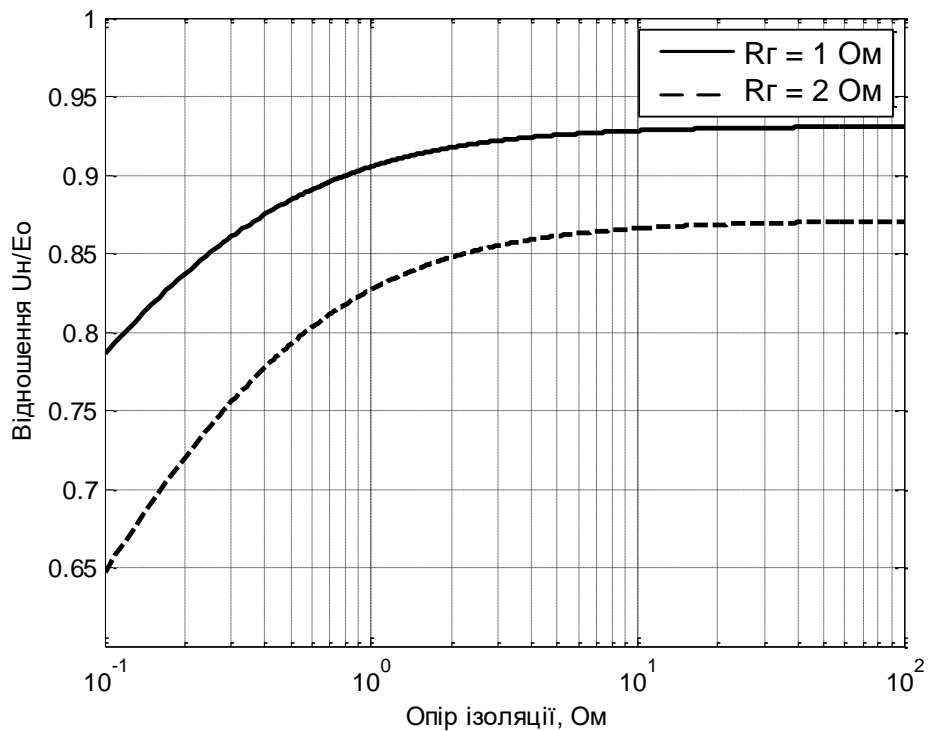


Рис. 2

Отже, при малих значеннях опору ізоляції вихідна напруга генератора зменшується на 20-30 %, що негативно впливає на величину напруги на вході колійного приймача [1].

Стабілізацію величини вихідної напруги генератора U_n при зміні навантаження може бути здійснено за допомогою системи

автоматичної стабілізації вихідної напруги (АСВН).

Структуру колійного генератора з системою АСВН наведено на рис. 3 [6, 7]. Він складається з блока порівняння БП, підсилювально-перетворювального блока ППБ, виконавчого блока ВБ, блока зі змінним коефіцієнтом підсилення БЗКП, підсилювача потужності ПП.

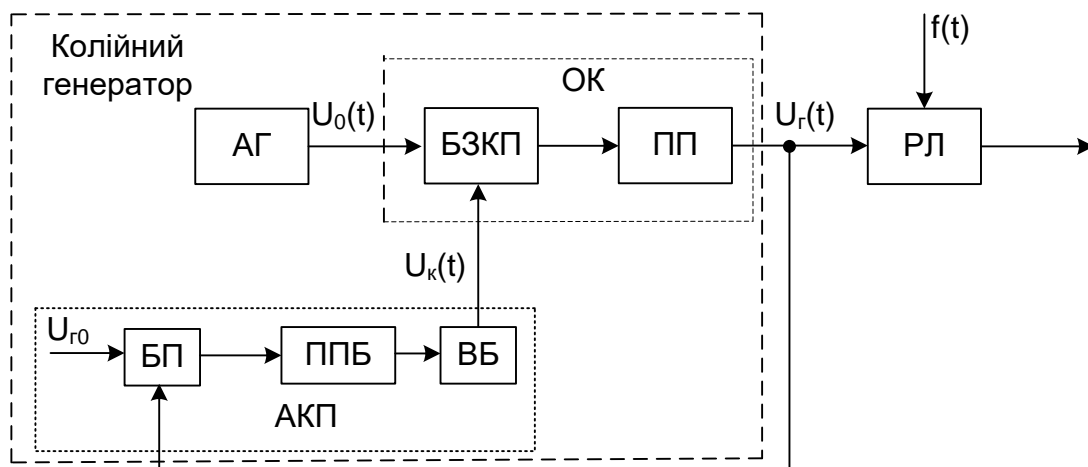


Рис. 3

Принцип дії системи АСВН полягає в тому, що напруга $U_z(t)$ з виходу генератора надходить на БП, де відбувається її порівняння з величиною опорної напруги U_{z0} . Результатом порівняння є величина похибки, що після підсилення надходить до ВБ. Після цього здійснюється управління роботою БЗКП, тобто зміна його коефіцієнта підсилення з метою усунення похибки. Таким чином сигнал, що подається в рейкову лінію РЛ, завжди має постійну амплітуду, що визначається заданим опорним значенням U_{z0} .

За допомогою системи АСВН підтримується постійне значення вихідної напруги генератора не тільки при зміні навантаження, а й при дії будь-яких дестабілізуючих факторів: зміна напруги живлення, температури та ін.

Більш складною є система автоматичного регулювання вихідної напруги (АРВН) генератора за принципом компенсації

заважаючої дії, у якості якої є зміна опору баласту R_i (рис. 4) [6, 7].

У системі АРВН величина вихідної напруги змінюється так, щоб компенсувати зміну напруги на вході КП, обумовлену зміною опору баласту. Для цього в рейкову лінію встановлюються датчики опору баласту. Інформація з виходів датчиків перетворюється в автоматичному керуючому пристрої (АКП) на керуючу напругу, яка відповідним чином змінює напругу на виході генератора. Рівень приписаного значення керованої величини (вихідна напруга генератора) змінюється в деякій пропорції, відповідній зміні величини сигналу з датчика. Цим досягається компенсація впливу коливання опору ізоляції при зміні погодних умов і підтриманні необхідного рівня напруги на вході колійного приймача за рахунок зміни вихідної напруги генератора.

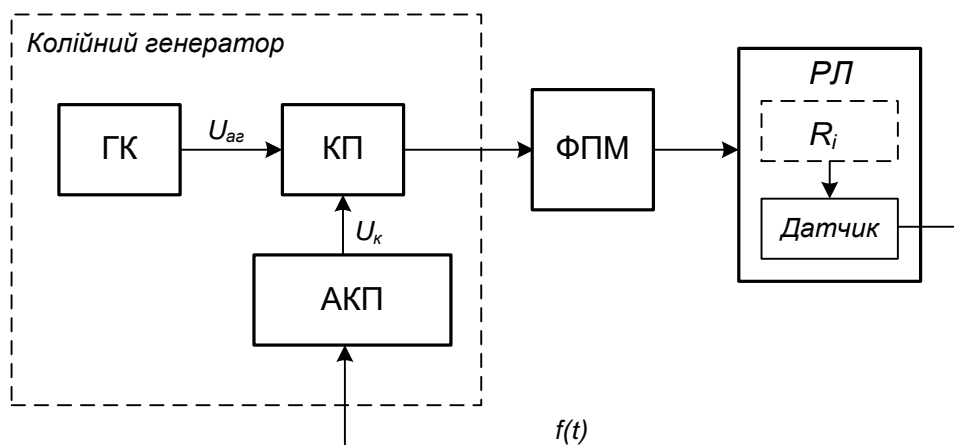


Рис. 4. Структура генератора з системою АРВН на основі принципу керування за заважаючою дією

Основним недоліком розглянутої схеми є те, що для реалізації компенсації змін опору ізоляції необхідно ввести велику кількість датчиків впродовж рейкової колії та кабельних ліній, що суттєво ускладнює апаратуру.

Крім того, у САР, що реалізують принцип компенсації заважаючої дії, також не використовується інформація про фактичне значення напруги на вході колійного приймача. Тому таке керування може виявитися неефективним у випадку наявності інших

заважаючих дій, що не враховані (зміна напруги живлення, температури та ін.). Тому найбільш доцільно сумісне використання систем АСВН і АРВН, що дозволяє підтримувати стабільний рівень вихідного сигналу генератора та автоматично регулювати роботу ТРК для забезпечення необхідного рівня сигналу на вході колійного приймача. У сумісній системі регулювання необхідного рівня вихідної напруги може проводитись шляхом зміни величини опорної напруги за

допомогою системи АРВН, а підтримання заданого рівня – за допомогою системи АСВН.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Розроблено варіанти структури модернізованої апаратури ТРК та визначено параметри, за якими буде здійснюватись процес автоматичного налаштування при зміні опору баласту. Для подальшого розроблення

запропоновано систему сумісної автоматичної стабілізації та автоматичного регулювання вихідної напруги генератора апаратури ТРК, яка дозволяє підтримувати стабільний рівень вихідного сигналу генератора та автоматично регулювати роботу ТРК для забезпечення необхідного рівня сигналу на вході колійного приймача.

Список використаних джерел

1. Аркатов, В.С. Рельсовые цепи. Анализ работы и техническое обслуживание [Текст] / В.С. Аркатов, Ю.А. Кравцов, Б.М. Степенский. – М.: Транспорт, 1990. – 295 с.
2. Федоров, Н.Е. Современные системы автоблокировки с тональными рельсовыми цепями [Текст]: учеб. пособие для студентов вузов / Н.Е. Федоров. – Самара: СамГАПС, 2004. – 132 с.
3. Практичний посібник з технічного утримання апаратури тональних рейкових кіл [Текст] / П.Д. Кулик, О.О. Удовиков, В.І. Басов [та ін.] // ЦШ-0041. – К.: Укрзалізниця, 2006. – 288 с.
4. Новгородцев, А.Б. Расчет электрических цепей в MATLAB [Текст]: учеб. курс / А.Б. Новгородцев. – СПб.: Питер, 2004. – 250 с.
5. Кулик, П.Д. Тональные рельсовые цепи в системах ЖАТ: построение, регулировка, обслуживание, поиск и устранение неисправностей [Текст] / П.Д. Кулик, Н.С. Ивакин, А.А. Удовиков. – К.: Изд. дом «Мануфактура», 2003. – 216 с.
6. Лукас, В.А. Теория автоматического управления [Текст] / В.А. Лукас. – М.: Наука, 1990. – 360 с.
7. Хісматулін, В.Ш. Теорія автоматичного керування. Ч. I. Теорія лінійних неперервних систем автоматичного керування [Текст]: підруч. для вузів / В.Ш. Хісматулін, С.В. Панченко. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – 239 с.
8. Математическое моделирование и расчет систем управления техническими объектами [Текст]: учеб. пособие / Б.М. Борисов, В.И. Маларёв, Р.М. Проскураков. – СПб.: Санкт-Петербургский государственный горный институт, 2002. – 63 с.
9. Щербаков, В.И. Электронные схемы на операционных усилителях [Текст]: справочник / В.И. Щербаков, Г.И. Грездов. – К.: Техніка, 1983. – 213 с.
10. Сороко, В.И. Аппаратура железнодорожной автоматики и телемеханики [Текст]: справочник в 2-х т. / В.И. Сороко, В.А. Мильков; под ред. В.И. Сороко. – М.: НПФ Планета, 2000. Т. 1 – 2.

Рецензент д-р техн. наук, професор А.Б. Бойнік

Хісматулін Володимир Шайдулович, канд. техн. наук, професор, кафедра автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: 730-10-32.
Тихонюк Володимир В'ячеславович, магістрант, кафедра автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів, Український державний університет залізничного транспорту. E-mail: vladimir409@yandex.ru.

Khismatulin Volodymyr Sh., cand. of techn. sciences, professor of department Computer automation and telecontrol train traffic Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.:730-10-32.
Tikhonyuk Volodymyr, master student of department Computer automation and telecontrol train traffic Ukrainian State University of Railway Transport. E-mail: vladimir409@yandex.ru.

Наукова праця здана до друку 22.09.2015 р.

УДК 656.22:656.25

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СТРУКТУР СИСТЕМ КЕРУВАННЯ РУХОМ ПОЇЗДІВ НА СТАНЦІЇ

Канд. техн. наук В.П. Мороз, магістранти О.О. Шовкопляс, А.Ю. Бурлаченко

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТРУКТУР СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ПОЕЗДОВ НА СТАНЦИИ

Канд. техн. наук, доцент В.П. Мороз, магистранты А.А. Шовкопляс, А.Ю. Бурлаченко

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE STRUCTURE OF MOTION CONTROL SYSTEMS AT THE TRAIN STATION

Cand. of techn. sciences V. Moroz, master students O. Shovkopliyas, A. Burlachenko

У статті надано аналіз структур систем керування рухом поїздів на станції. Наводяться відмінності між ними.

Оскільки сучасні системи складні для розуміння, то для більш їх чіткого сприйняття потрібно використовувати системний підхід. Пропонується використовувати закономірність ієрархічної упорядкованості систем, яка дозволяє виявити рівні структури та відповідні функціональні вузли на цих рівнях.

Ключові слова: керування рухом поїздів, структура, аналіз, рівні, ієрархічна упорядкованість, системний підхід.

В статье представлен анализ структур систем управления движением поездов на станции. Приводятся различия между ними.

Так как современные системы сложны для понимания, то для более их четкого восприятия нужно использовать системный подход. Предлагается использовать закономерность иерархической упорядоченности систем, которая позволяет выявить уровни структуры и соответствующие функциональные узлы на этих уровнях.

Ключевые слова: управление движением поездов, структура, анализ, уровни, иерархическая упорядоченность, системный подход.

The article analyzes the structures of train control systems on the station. Given the differences between them.

Since modern systems are complex to understand, then to a more clear perception of the need to use a systematic approach. It is proposed to use the hierarchical pattern of orderliness of the system, which allows you to identify levels of structure and corresponding functional units at these levels.

Keywords: train control system, structure, analysis, levels, hierarchically ordered, systematic approach.

Вступ. Сучасний етап розвитку систем залізничної автоматики і телемеханіки характеризується широким використанням мікроелектронної та мікропроцесорної техніки. Ця елементна база дозволяє значно розширити функціональні можливості систем. При розробленні та обслуговуванні мікроелектронних пристроїв відповідний персонал повинен мати більш високу кваліфікацію порівняно з релейними системами [1].

Мікропроцесорна централізація є сполучною ланкою між первинними джерелами отримання інформації (рухомий склад, об'єкти СЦБ та ін.) і системами керування перевізним процесом більш високого рівня і дозволяє здійснити ув'язку цих джерел без додаткових надбудов, що неможливо зробити при централізації релейного типу. Мікропроцесорні системи створюються на принципах саме релейних централізацій, зі зміненими та доповненими концепціями, стратегіями і

принципами побудови [9]. Тому важливо дослідити, у чому ці системи подібні, а в чому принципово розрізняються.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. Відповідно до реального еволюційного розвитку систем керування збільшується інформаційне навантаження на людину-оператора, значно зростає кількість функцій, що виконуються системою.

З цього випливає, що:

– проектувальник, розробляючи сучасні системи керування рухом поїздів повинен створювати такі структури, які б відповідали встановленим вимогам;

– технолог, визначаючись із вибором відповідної системи керування, повинен вміти бачити відмінність між системами і вибирати таку систему, яка б максимально відповідала поставленим завданням;

– для експлуатаційного персоналу система, що впроваджується, повинна бути в найкоротший термін освоєною;

– для обслуговуючого персоналу впроваджена система повинна забезпечувати обслуговування за її станом.

Тому актуальним є знаходження таких способів, які дозволять на основі системного підходу проводити аналіз системи, виявляти в них спільні риси та чітко виділяти функціональні рівні системи керування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні існує багато публікацій та інших джерел інформації, у яких розглядаються системи керування рухом поїздів на станції [2, 3, 4]. Але спосіб викладення інформації у цих джерелах про систему керування, її структуру, функції та взаємодію між функціональними вузлами не завжди є зрозумілим для сприйняття. Якщо ж розглянути системи з урахуванням системного підходу [5, 6, 7, 8], то цю інформацію можливо подати в більш зручному та зрозумілому для вивчення вигляді.

Визначення мети та задачі дослідження. Проведення порівняльної характеристики структур існуючих систем керування рухом поїздів на основі системного підходу.

Основна частина дослідження. Концепція системного підходу полягає в тому, що все навколо нас є система. Як природну, так

і штучну системою можна подати у вигляді структури [5, 6].

Враховуючи вище наведене, можна стверджувати, що якщо перед людиною постала проблема, то для її вирішення вона створює систему щодо подолання проблеми у вигляді закінченої ієрархічної структури.

Вирішення проблеми залежить від рівня знань людини, її розвитку, наявності технічних, часових й інших ресурсів і взагалі від відповідного забезпечення. Тому можна стверджувати, що першим рівнем у структурі буде підсистема забезпечення.

За наявності в людини забезпечувальної підсистеми вона починає планувати, шукати шляхи вирішення проблеми. Може бути декілька таких напрямків, і людина починає порівнювати їх між собою за відповідними критеріями, тобто розробляти план дій. З цього можна зробити висновок, що наступний рівень ієрархії – підсистема планування.

Визначившись з тим, що відповідний план є найбільш ефективним, людина почне діяти – виробляти керуючі дії. Отже наступний рівень ієрархії – підсистема керування.

Якщо ці дії від рівня керування спрямовані на об'єкти або на суб'єктів, то потрібно враховувати, що вони вимагають різних видів і рівнів енергії. Тобто між рівнями керування та об'єктами чи то суб'єктами повинен бути рівень спряження.

Можна зробити висновок, що вирішенням проблеми є створення ієрархічної структури, а людина в ній є виконавцем. Таким чином, для досягнення завдань у виконавця повинна бути забезпечувальна підсистема. Її наявність дозволяє виконавцю здійснювати планування своїх дій. Оцінивши той чи інший напрямок, виконавець починає керуючим чином впливати на об'єкти або на суб'єктів. Такий системний підхід є основою для аналізу будь-яких структур. Запропонована методика може бути перенесена на аналіз і створення структур систем керування рухом поїздів.

Для вирішення завдання керування рухом поїздів на станції повинен бути виконавець – черговий по станції (ДСП), який буде забезпечувати здійснення деякого технологічного процесу на станції. Для цього між ДСП та технологічним процесом повинен бути деякий інструмент – технічна система керування, яка б забезпечувала фіксацію дій ДСП, відображувала стан технологічного

процесу, виконувала перетворення команд, які сформував ДСП на систему, проводила аналіз цих дій і після цього формувала команди керування на об'єкти керування (рис. 1).

Інформація від ДСП потрапляє на забезпечувальний рівень системи – підсистему забезпечення. Далі інформація потрапляє на рівень планування – підсистему планування, де обробляється та аналізується. На цьому рівні з елементів колійного розвитку формується

маршрут для рухомого складу. Після цього на рівні керування та контролю – підсистемі керування, перевіряються умови безпеки та формуються команди на об'єкти керування. Але оскільки сама система керування може бути виконана на різній елементній базі і об'єкти технологічного процесу потребують різну потужність енергетичних і часових ресурсів, потрібен ще один рівень – рівень спряження з об'єктами (PCO).

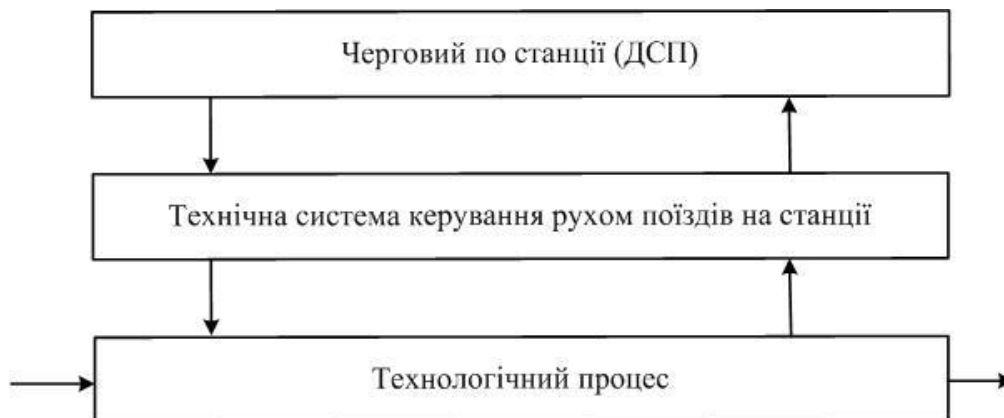


Рис. 1. Структура керування технологічним процесом

До основних функцій PCO належить перетворення енергетичних і часових параметрів з системи керування (у систему) на об'єкти керування (з об'єктів контролю) до таких, у відповідності з якими вони функціонують.

У структурах систем керування рухом поїздів на станції простежується закономірність ієрархічної упорядкованості, незалежно від того, яка елементна база використовується, але принцип не змінюється (рис. 2).

Отже, досліджуються ієрархічні структури систем, які поділяються на такі рівні:

- виконавця;
- забезпечення;
- планування;
- керування та контролю;
- спряження;
- об'єктів керування та контролю.

Рівень виконавця для всіх структур буде однаковим. На цьому рівні знаходяться обслуговуючий персонал станції [10]:

- черговий по станції;
- електромеханік (ШН).

Як ДСП, так і ШН мають зв'язок з рівнем, який знаходиться вище, і зв'язок на своєму рівні.

До рівня забезпечення в системі МПЦ належать автоматизоване робоче місце (АРМ) ДСП, резервний АРМ ДСП та АРМ ШН. Це притаманно всім системам МПЦ. АРМ ДСП призначений для вирішення завдань, пов'язаних з технологічним процесом, який проводиться оперативним персоналом, для приймання, відображення та зберігання інформації про поїзне положення. АРМ ДСП встановлюється безпосередньо на робочому місці чергового по станції (або оператора) на посту ЕЦ.

АРМ ШН забезпечує контроль і діагностику приколійних і постових пристроїв системи, архівування та прогнозування станів системи і відмов її елементів. Дозволяє швидко визначити несправність приколійного і постового обладнання.

У структурі блочної маршрутно-релейної централізації (БМРЦ) ДСП задає керуючі дії через інтерфейс взаємодії на пульті. Пультаманіпулятор також може надавати інформацію для ДСП (індикація положення стрілок, тощо),

що на рис. 2 показано штриховою стрілкою з пульта. На виносному табло здійснюється відображення технологічного процесу, але ДСП може задавати з нього деякі керуючі дії, що також показано штриховою стрілкою на табло.

У структурі МПЦ ДСП також має керуючий вплив, але замість пульта використовується алфавітно-цифрова клавіатура та маніпулятор типу «миша», які у свою чергу можуть також нести інформацію у вигляді індикації.

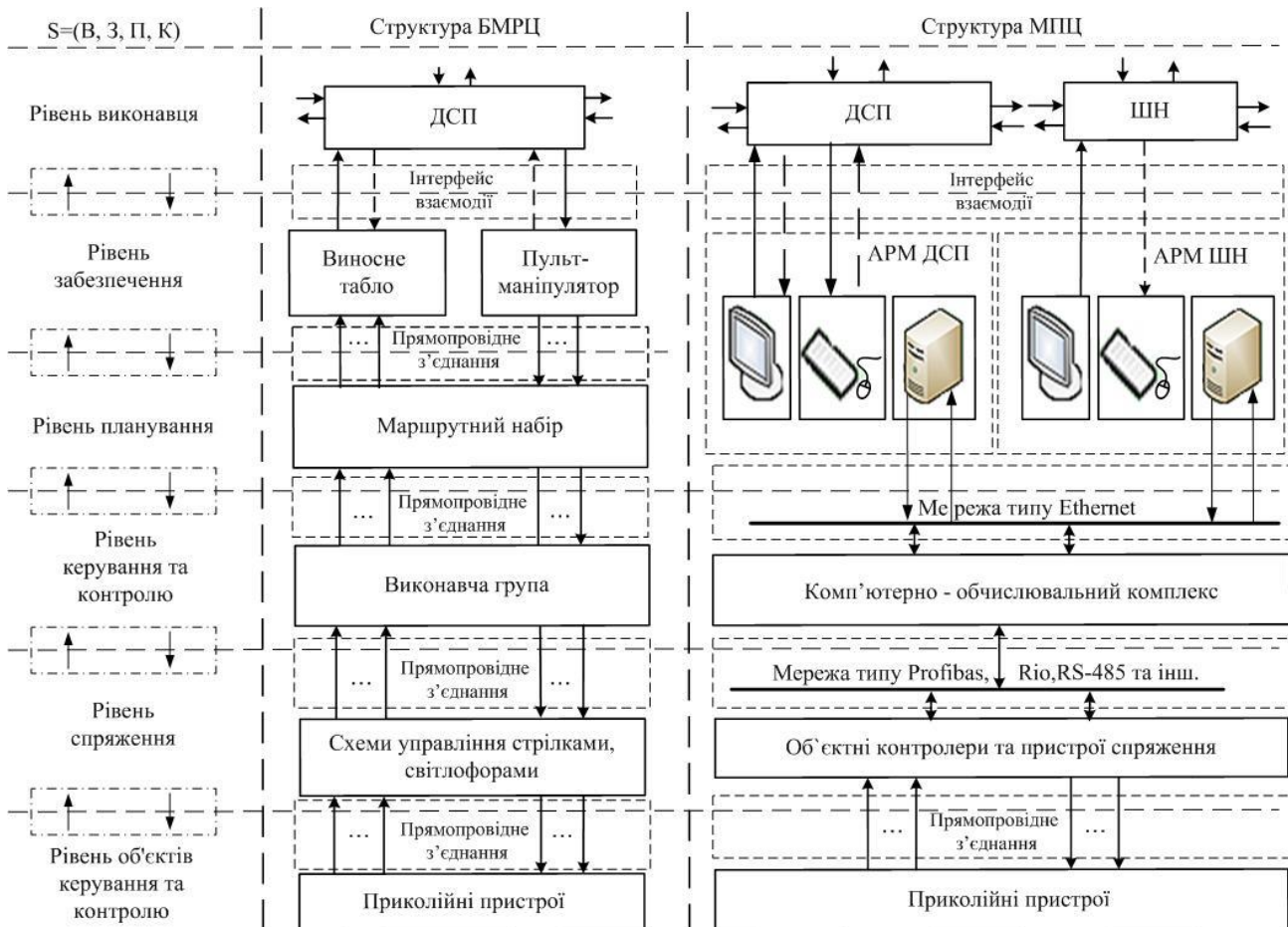


Рис. 2. Структури систем керування рухом поїздів на станції

Відображення технологічного процесу забезпечує монітор, який може приймати керуючі команди, оскільки може бути сенсорним, що й показано штриховою стрілкою до нього від ДСП. ШН приймає інформацію про стан пристроїв з монітора та має незначний вплив на них через алфавітно-цифрову клавіатуру та маніпулятор типу «миша» з метою діагностування.

До рівня планування у структурі БМРЦ належить маршрутний набір, а до рівня забезпечення, як вже відомо, належить виносне табло та пульт-маніпулятор. Як було виявлено

в результаті дослідження, у структурі МПЦ є можливість об'єднати ці рівні. АРМ ДСП та АРМ ШН належать як до рівня забезпечення, так і до рівня планування. Але може також бути і два рівні: монітор з алфавітно-цифровою клавіатурою та маніпулятором типу «миша» можна віднести до рівня забезпечення, а відповідні системні блоки до рівня планування.

Рівень планування зв'язується з рівнем керування та контролю в системах по-різному.

Набірна група системи БМРЦ зв'язується з виконавчою через монтажні дроти, як по контролю, так і по керуванню, тобто кожний

елемент зв'язується з іншим елементом іншої підсистеми, фізичним зв'язком.

У мікропроцесорній системі з'являється зв'язок, який називається мережею. У системах МПЦ використовуються локальні мережі різних типів. Найпоширенішою є локальна мережа типу Ethernet, також широко застосовуються локальні мережі Modbus Plus, Profibus та інші.

До рівня керування та контролю у системі БМРЦ належить виконавча група, яка перевіряє умови безпеки та формує команди керування. Ці функції в системі МПЦ виконує комп'ютерно-обчислювальний комплекс.

Якщо концепція релейних систем залізничної автоматики та телемеханіки заснована на реле першого класу надійності, які не формують небезпечну відмову і у якого виконується умова $p(1 \rightarrow 0) \gg p(0 \rightarrow 1)$, то в мікропроцесорних системах концепція безпеки забезпечується, наприклад, за рахунок дублювання обчислювальних засобів і використання принципу керування, при якому активізація виконавчих об'єктів здійснюється лише за наявності відповідних команд одночасно на виходах дубльованої системи. Для запобігання виникнення небезпечних ситуацій при накопиченні відмов у керуючому

обчислювальному комплексі здійснюється постійний контроль ідентичності інформації в каналах обчислювальної системи [9].

Оскільки система керування та приколійні пристрої потребують різної потужності енергетичних і часових ресурсів, то в системі БМРЦ на рівні спряження знаходиться апаратура керування та контролю стрілками і світлофорами, а в системі МПЦ – об'єктні контролери та пристрої спряження.

Рівень об'єктів керування та контролю для систем, що розглядаються, буде однаковим, адже об'єкти керування та контролю в основному не змінюються.

Висновки. У ході дослідження було виявлено, що на основі системного підходу, а саме з точки зору закономірності ієрархічної упорядкованості систем, можливо детально дослідити будь-які структури систем керування рухом поїздів на станції та виділити в них загальні для всіх систем рівні.

Зараз спостерігається інтенсивний перехід на більш складні для розуміння мікропроцесорні системи. Тому запропоновані методи, які дозволятимуть зрозуміліше представляти структури систем для їх якісного дослідження, є актуальним.

Список використаних джерел

1. Сапожников, В.В. Методы построения безопасных микро-электронных систем железнодорожной автоматики [Текст]: учеб. пособие для вузов / В.В. Сапожников. – М.: Транспорт, 1995. – 273 с.
2. Сапожников, В.В. Надежность систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи [Текст] / В.В. Сапожников, Вл. В. Сапожников, В. И. Шаманов. – М.: УМК МПС РФ, 2002. – 123 с.
3. Данько, М.І. Мікропроцесорна диспетчерська централізація "КАСКАД" [Текст] / М.І. Данько, В.І. Мойсеєнко, В.З. Рахматов [та ін.]. – Харків: УкрДАЗТ, 2005. – 176 с.
4. Сапожников, В.В. Концентрация и централизация оперативного управления движением поездов [Текст] / В.В. Сапожников, Д.В. Гавзов, А.Б. Никитин. – М.: Транспорт, 2002. – 102 с.
5. Берталанфи, Л. фон. Общая теория систем – критический обзор [Текст] / Л. фон. Берталанфи // Сб. переводов. – М.: Прогресс, 1969. – С. 23-82.
6. Берталанфи, Л. фон. Общая теория систем – обзор проблем и результатов [Текст] / Л. фон. Берталанфи // Ежегодник. – М.: Наука, 1969. – С. 30-54.
7. Садовский, В.Н. Системный подход в современной науке [Текст] / В.Н. Садовский, А.И. Уёмов. – М.: Прогресс-Традиция, 2004. – 561 с.
8. Катренко А.В. Системний аналіз об'єктів та процесів комп'ютеризації [Текст] / А.В. Катренко. – Львів: Новий Світ – 2000, 2007. – 424 с.
9. Бочков, К.А. Микропроцессорные системы автоматики на железно-дорожном транспорте [Текст] / К.А. Бочков, А.Н. Коврига, С.Н. Харлап. – Гомель: БелГУТ, 2013. – 255 с.

10. Сапожников, В.В. Станционные системы автоматики и телемеханики [Текст]: учеб. для вузов ж.-д. трансп. / В.В. Сапожников, Б.Н. Елкин, И.М. Кокурин [и др.]. – М.: Транспорт, 1997. – 432 с.

Рецензент д-р техн. наук, професор А.Б. Бойнік

Мороз Володимир Петрович, канд. техн. наук, доцент, кафедра автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів, Український державний університет залізничного транспорту. E-mail: onilbd@yandex.ru.

Шовкопляс Олександр Олександрович, магістрант, кафедра автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів, Український державний університет залізничного транспорту. E-mail: armagedon5923@mail.ru.

Бурлаченко Анастасія Юріївна, магістрант, кафедра автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів, Український державний університет залізничного транспорту. E-mail: nastya.byrla4enko@yandex.ru.

Moroz Volodymyr, cand. of techn. sciences, associate Professor at Department of Automation and computer remote control train traffic, Ukrainian State University of Railway Transport, E-mail: onilbd@yandex.ru.

Shovkopljas Oleksandr, master student at Department of Automation and computer remote control train traffic Ukrainian State University of Railway Transport. E-mail: anytakubay@gmail.com.

Burlachenko Anastasiia, master student at Department of Automation and computer remote control train traffic Ukrainian State University of Railway Transport. E-mail: nastya.byrla4enko@yandex.ru.

Наукова праця здана до друку 14.09.2015 р.

БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ, КОНСТРУКЦІЇ ТА СПОРУДИ

УДК 544.032

ПОШКОДЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ І СПОРУД ЗАЛІЗНИЧНИХ ВОКЗАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ І ПРОПОЗИЦІЇ З ЇХ ЗАПОБІГАННЯ

Д-р техн. наук А.А. Плугін, магістрант Є.О. Пшеничний,
асп. В.В. Касьянов

ПОВРЕЖДЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ И СООРУЖЕНИЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ВОКЗАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ИХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ

Д-р техн. наук А.А. Плугин, магістрант Е.А. Пшеничный, асп. В.В. Касьянов

DAMAGE OF DESIGNS AND STRUCTURES OF THE RAILWAY STATIONS COMPLEX AND PROPOSALS FOR THEIR PREVENTION

Doct. of techn. sciences A. Plugin, undergraduate E. Pshenichnyi, graduate V. Kasyanov

У даній статті проведено дослідження конструкцій і споруд залізничних вокзальних комплексів і наведено причини їх пошкодження струмами витoku на електрифікованих ділянках. Встановлено, що інтенсивного електрокорозійного пошкодження зазнають не тільки конструкції з нещільного бетону низької міцності, але й міцного щільного бетону. Наведено заходи з захисту конструкцій та споруд вокзальних комплексів від електрокорозії.

Ключові слова: залізничний вокзальний комплекс, постійний струм, змінний струм, бетон, залізобетон, конструкції, споруди.

В данной статье проведено исследование конструкций и сооружений железнодорожных вокзальных комплексов и указаны причины их повреждений токами утечки на электрифицированных участках. Установлено, что интенсивному электрокоррозионному повреждению подвергаются не только конструкции с неплотного бетона низкой прочностью, но и крепкого плотного бетона. Приведены меры по защите конструкций и сооружений вокзальных комплексов от электрокоррозии.

Ключевые слова: железнодорожный вокзальный комплекс, постоянный ток, переменный ток, бетон, железобетон, конструкции, сооружения.

This article discusses of structures and facilities of railway station complexes and the reasons for their injuries leakage currents on the electrified sections. The intensity of damage electric corrosion exposed not only to design with loose concrete of low strength but good dense concrete. These measures for the protection of structures and facilities of the station complexes electric corrosion.

Keywords: railway station complex, constant current, alternating current, concrete, reinforced concrete, structures, constructions.

Вступ. У складі вокзальних комплексів залізниць України та інших облаштувань для обслуговування пасажирів експлуатуються значна кількість споруд і конструкцій. Так, на балансі служб будівельно-монтажних робіт і цивільних споруд, за даними паспорта господарства БМЕС Укрзалізниці за 2011 р., тільки пасажирських платформ нараховується

2016 загальною площею 1744700 м², з яких високих платформ – 362 загальною площею 332600 м² (рис. 1) [1]. Ці споруди та конструкції, особливо високі пасажирські платформи, інтенсивно пошкоджуються і встановлення причин пошкоджень і розроблення заходів з їх запобігання є актуальним завданням.

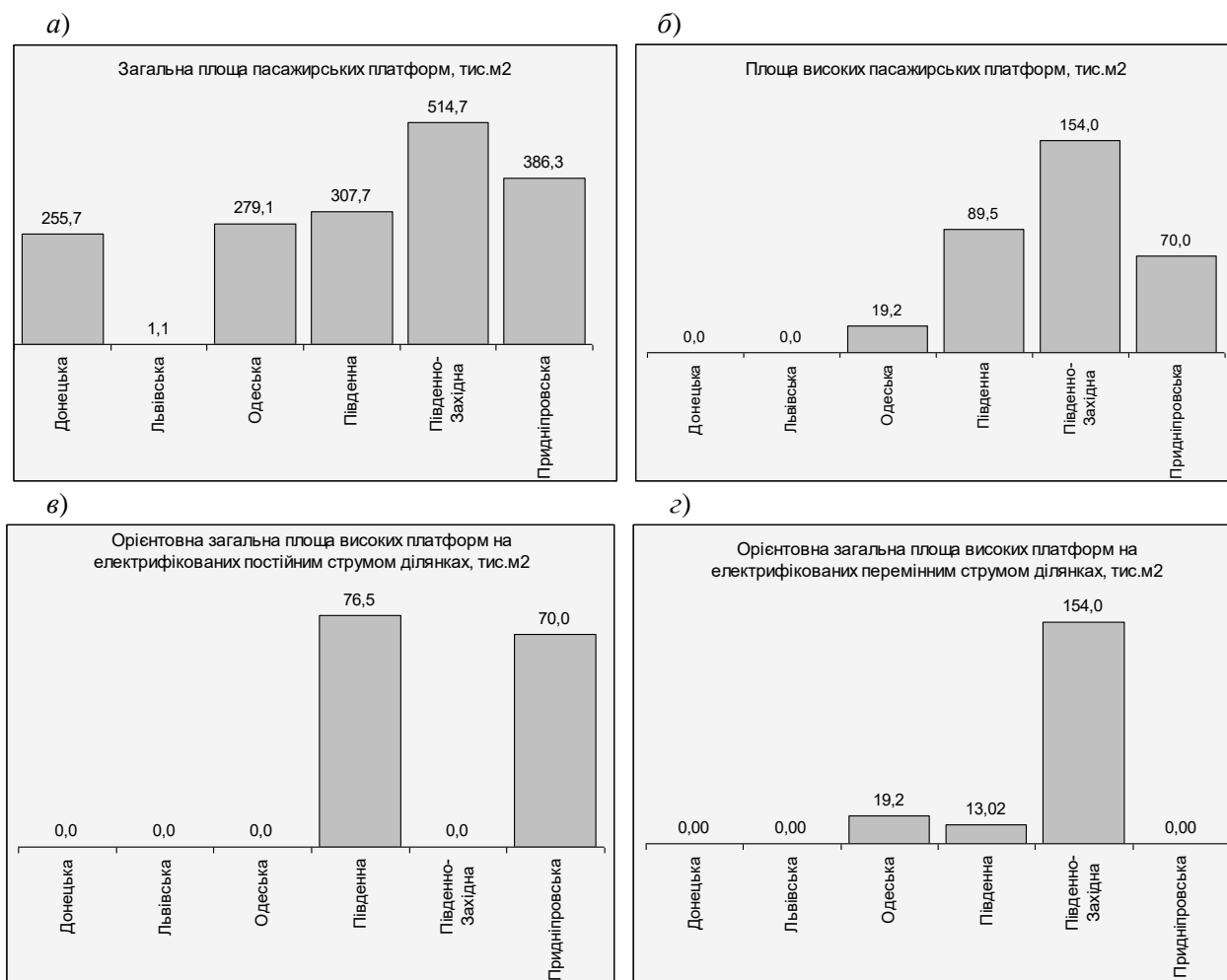


Рис. 1. Кількість (загальна площа) пасажирських платформ на залізницях України, тис. м²:
 а – загальна; б – високих платформ; в – високих платформ на електрифікованих постійним струмом ділянках; г – високих платформ на електрифікованих змінним струмом ділянках

Мета дослідження – встановлення причин пошкодження конструкцій і споруд вокзальних комплексів і розроблення пропозицій з їх запобігання.

Аналіз літературних даних і результатів попередніх досліджень. У роботі [2] доведено, що одним з найвагоміших факторів пошкодження споруд і конструкцій будівель залізниць є струми витоку на електрифікованих ділянках, особливо постійним струмом. На відміну від віддалених, будівлі і споруди поблизу залізничних колій електрифікованих постійним струмом схильні до набагато більш інтенсивного пошкодження. Але ще більше зазнають пошкодження і руйнування конструкції при поєднанні

постійних струмів витоку і обводнення [10]. Є розробки, які свідчать про руйнівну дію на конструкції в умовах обводнення і змінного струму [11, 12]. Характеристика електрифікації залізниць України наведена в табл. 1 [1].

Оцінку кількості високих пасажирських платформ, що експлуатуються на електрифікованих постійним і змінним струмом ділянках колії, виконано орієнтовно за даними рис. 1 і табл. 1. Орієнтовна кількість і загальна площа високих пасажирських платформ, що експлуатуються на електрифікованих постійним і змінним струмом ділянках, наведена на рис. 1, в і г відповідно.

Дані про електрифікацію залізниць України

Залізниця	Довжина ділянок, км / %			
	Всього	Електрифікованих		неелектрифікованих
		постійним струмом	змінним струмом	
Укрзалізниця	19905	4078	4229	11598
	100	20,5	21,2	58,3
Донецька	2601	1060	58	1483
	100	40,8	2,2	57,0
Львівська	4129	778	497	2854
	100	18,8	12,0	69,1
Одеська	3754	0	1678	2076
	100	0,0	44,7	55,3
Південна	2437	683	264	1490
	100	28	10,9	61,1
Південно-Західна	4209	0	1732	2477
	100	0,0	41,1	58,9
Придніпровська	2775	1557	0	1218
	100	56,1	0,0	43,9

На залізницях України на електрифікованих постійним струмом ділянках експлуатується близько 171 високої пасажирської платформи загальною площею близько 146500 м². З них на Південній – близько 84 (76480 м²) і на Придніпровській – 87 (70000 м²). На Донецькій, Львівській, Одеській і Південно-Західній залізницях високі пасажирські платформи на електрифікованих постійним струмом ділянках відсутні.

На електрифікованих змінним струмом ділянках експлуатується близько 191 високої пасажирської платформи загальною площею близько 186200 м². З них на Одеській – близько 16 (19200 м²), Південній – 17 (13020 м²) і Південно-Західній – 158 (154300 м²). На Донецькій, Львівській і Придніпровській залізницях високі пасажирські платформи на електрифікованих змінним струмом ділянках відсутні.

Уточнено особливості улаштування високих пасажирських платформ. Встановлено, що на сьогодні на залізницях України експлуатуються низькі та високі пасажирські платформи двох основних типів – із засипкою

між залізобетонними бортовими стінками (тип I) і з покриттям із залізобетонних плит покриттів на опорах (тип II) [3]. Високі пасажирські платформи типу II збудовані за однією з чотирьох принципових схем із застосуванням як несучих конструкцій опор залізобетонних стояків з ригелями або блоків бетонних для стін підвалів і в якості покриття – залізобетонних ребристих плит або залізобетонних багатопустотних плит (рис. 2). Платформи типу II більш уразливі для пошкоджень, ніж платформи типу I, і далі аналізували саме ніх.

Матеріали дослідження. Проведено натурні обстеження пасажирських платформ на 31 станції та зупинному пункті на електрифікованих постійним і змінним струмом ділянках Південної, Південно-Західної, Придніпровської залізниць. За результатами обстеження здійснено систематизацію пошкоджень високих пасажирських платформ відповідно до класифікації пошкоджень залізобетонних конструкцій [4] (табл. 2).

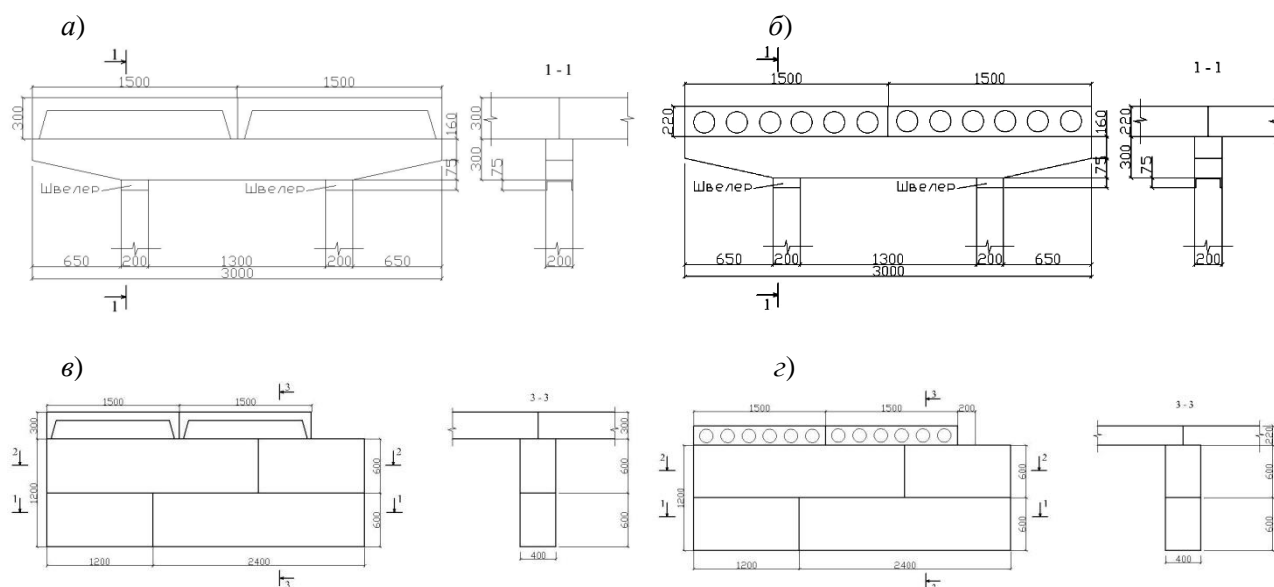


Рис. 2. Конструкція високих пасажирських платформ: опори – залізобетонні стояки та ригель (а, б) або блоки бетонні для стін підвалів (в, г); покриття – залізобетонні ребристі плити (а, в) або залізобетонні багатопустотні плити (б, г)

Таблиця 2

Пошкодження високих пасажирських платформ і заходи з їх усунення

Конструктивний елемент	Опис і зовнішні ознаки пошкоджень	Ступінь пошкодження за роботою [4]	Заходи з відновлення
1	2	3	4
Покриття платформи	Тріщини, відшарування, фільтрація або течії крізь плити або шви між ними (рис. 3)	Слабкий, середній	Відновлення або заміна покриття платформи з забезпеченням його водонепроникності
Плити покриття, ригелі	Вилуговування (рис. 4), відшарування, розтріскування та відколи захисного шару, у т. ч. з оголенням арматури та її незначною корозією (рис. 5, а, б, а)	Слабкий	Відновлення захисного шару, нанесення захисного складу
	Відшарування та відколи захисного шару з оголенням і помітною корозією арматури (рис. 5, б)	Середній	Відновлення захисного шару або підсилення плити, нанесення захисного складу
	Відшарування та відколи захисного шару зі значною корозією робочої арматури з помітним зменшенням її перерізу, руйнуванням розподільчої арматури або з втратою зв'язку робочої арматури з бетоном (рис. 5, в)	Сильний	Підсилення або заміна плити (ригеля), нанесення захисного складу
Плити покриття, ригелі	Руйнування захисного шару з втратою зв'язку робочої арматури з бетоном або руйнуванням бетону стиснутої зони з помітним прогином плити (ригеля) (рис. 5, г)	Повний	Негайна заміна плити (ригеля), заміна або підсилення стояка, нанесення захисного складу

1	2	3	4
Стояки опор	Відшарування, розтріскування та відколи захисного шару, у т. ч. з оголенням арматури та її незначною корозією (рис. 6, б)	Слабкий	Відновлення захисного шару, нанесення захисного складу
	Відшарування, розтріскування та відколи захисного шару з оголенням і помітною корозією арматури	Середній, сильний	Підсилення стояка, нанесення захисного складу
	Руйнування бетону з втратою зв'язку арматури з ним, зі значною корозією арматури з помітним зменшенням її перерізу, руйнування хомутів	Повний	Негайне підсилення стояка, нанесення захисного складу
Опори (із блоків)	Вилуговування, поверхнєве руйнування бетону (рис. 7, а)	Слабкий	Відновлення поверхневого шару бетону, нанесення захисного складу
	Незначне руйнування бетону в зоні обпирання плит (рис. 7, б)	Середній, сильний	Підсилення опори*, нанесення захисного складу
	Руйнування бетону в зоні обпирання плит з їх «зависанням» (рис. 7, в)	Повний	Негайне підсилення опори*, нанесення захисного складу

Примітка. * На ділянках залізниць, електрифікованих постійним струмом, при позитивному або знакозмінному потенціалі на рейках рекомендується підсилення металоін'єкційною сорочкою з діодним заземленням.



Рис. 3. Пошкодження (втрата суцільності) асфальтобетонного покриття і, як наслідок, пошкодження плит (а, б), ригеля та стояка (б) платформ з.п. Карачівка (а) і Жовтневий (б) дільниці Харків – Мерефа Південної залізниці



Рис. 4. Вилуговування на ребрі плити платформи з.п. Карачівка дільниці Харків – Мерефа Південної залізниці



Рис. 5. Відшарування та відколи захисного шару ребер плит покриття пасажирських платформ з.п. Жовтневий (а, в), Покотилівка (б, г) дільниці Харків – Мерефа Південної залізниці: а – з оголенням і незначною корозією арматури; б – з оголенням і помітною корозією арматури; в – зі значною корозією робочої арматури з помітним зменшенням її перерізу, руйнуванням розподільчої арматури або втратою зв'язку робочої арматури з бетоном; г – з втратою зв'язку робочої арматури з бетоном і руйнуванням бетону стиснутої зони з помітним прогином плити



Рис. 6. Розтріскування захисного шару ригеля (а) і стояка (б) пасажирської платформи з.п. Жовтневий (а) і Покотилівка (б) дільниці Харків – Мерефа Південної залізниці

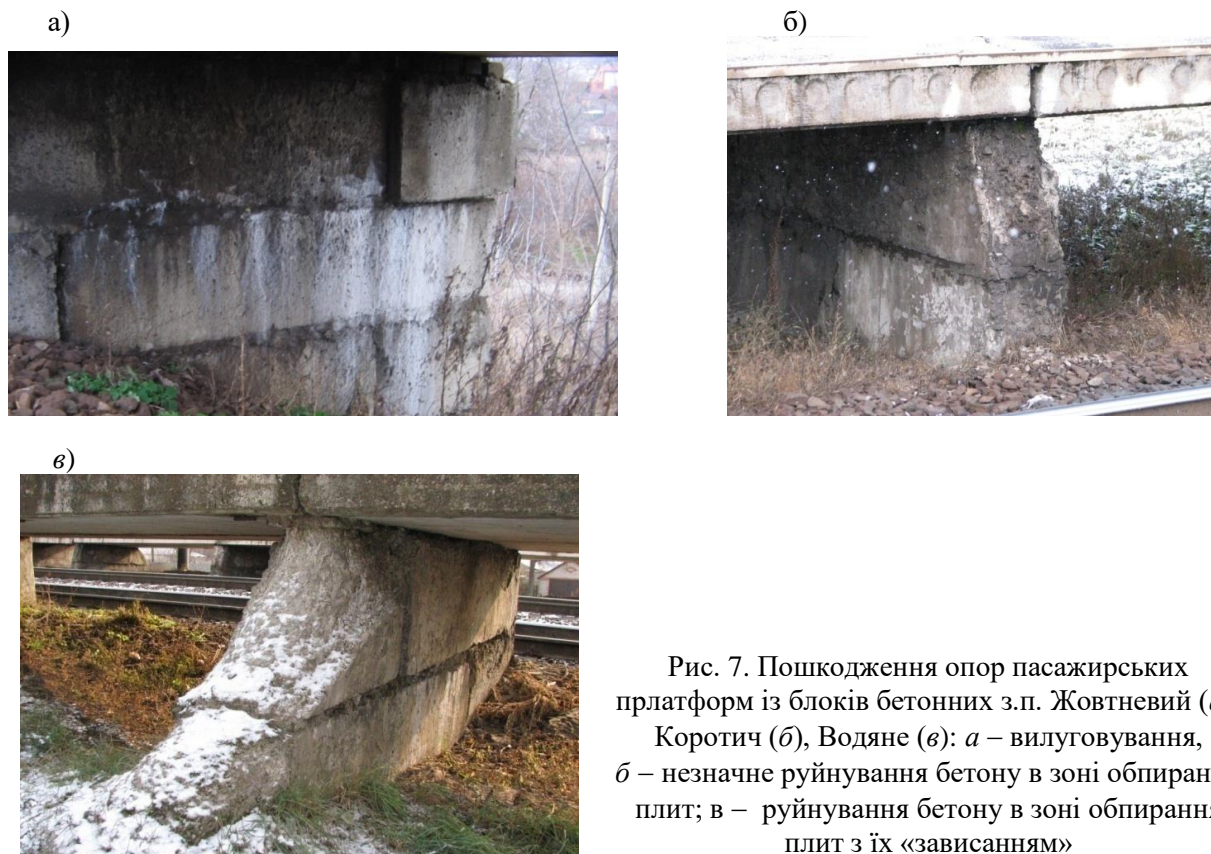


Рис. 7. Пошкодження опор пасажирських платформ із блоків бетонних з.п. Жовтневий (а), Коротич (б), Водяне (в): а – вилуговування, б – незначне руйнування бетону в зоні обпирання плит; в – руйнування бетону в зоні обпирання плит з їх «зависанням»

У результаті досліджень підтверджено, що пошкодження пасажирських платформ інтенсивно розвиваються не тільки на ділянках, електрифікованих постійним струмом, але й на ділянках, електрифікованих змінним струмом. Виявленою різницею в дії постійного й змінного струмів є те, що при змінному струмі протікає електрокорозія арматури під бетоном з дифузійним розтіканням продуктів корозії в бетоні вбік від арматури, а також рівномірне видалення захисного шару бетону аж до арматури, подібно розчиненню.

Встановлено, що інтенсивного електрокорозійного пошкодження зазнають не тільки конструкції з нещільного бетону низької міцності, зокрема бетонні опори, але й міцного щільного бетону, зокрема бетону залізобетонних багатопустотних плит, що формують із жорсткої бетонної суміші з малим водоцементним відношенням за допомогою інтенсивного віброущільнення на заводських віброплощадках.

Проведено обстеження монолітного залізобетонного балкона (галереї) над пероном Південного вокзалу, передбаченого для зручного сполучення зали очікування на 2

поверсі з пішохідним мостом (рис. 8). Прибудову з балконом зведено у 1980-ті рр. Південтрансбудом. У перші ж роки після уведення в експлуатацію балкон був закритий для проходження через пошкодження, які швидко утворились і почали розвиватись. Цими пошкодженнями є руйнування захисного шару бетону і корозія арматури на нижній грані балкона (рис. 8, а, б) і вони є небезпечними, оскільки послаблюють стиснуту зону консольно защемлених плит. Спроби відремонтувати пошкодження шляхом нанесення сучасної акрилової або гіпсополімерної штукатурки були невдалими – корозія продовжувалась і штукатурка швидко руйнувалась (рис. 8, б).

Очевидними причинами цих пошкоджень є недостатня щільність і водонепроникність бетону і втрата водонепроникності асфальтобетонним покриттям поверхні балкона і гідроізоляції під ним (рис. 8, в). Менш очевидною, проте більш вагомою причиною, є наведення на поверхню плит електричних потенціалів від струмів витоку з контактної мережі постійного струму, яка проходить безпосередньо під прогоновими спорудами пішохідного мосту, сполученого з балконом (рис. 8, г, д).



Рис. 8. Монолітний залізобетонний балкон (галерея) над пероном Південного вокзалу: *а* – пошкодження нижньої грані балконної плити – руйнування захисного шару бетону і корозія арматури; *б* – відшарування ремонтної штукатурки; *в* – асфальтобетонне покриття балкона (про втрату водонепроникності свідчить наявність тріщин і рослин); *з* – контактна мережа під прогоновими спорудами пішохідного мосту (про корозійний вплив свідчать потьоки вилуговування, найбільш інтенсивні безпосередньо над несучими тросами); *д* – сполучення пішохідного мосту з балконом

Зовнішній вигляд пошкоджень свідчить про небезпечний стан балкона, і якщо негайно не вжити заходів з усунення пошкоджень і

запобігання їх подальшого розвитку, вони можуть спричинити різні аварійні ситуації аж до обрушення частини балкона. Заходи з

ремонту і захисту, крім відновлення герметичності покриття (бажано додатково улаштувати навіс) повинні передбачати розроблення складів ремонтної штукатурки з добавками інгібіторів корозії, а також схем і пристроїв захисту конструкцій балкона від наведення електричних потенціалів.

Було проведено вимірювання електричних потенціалів на рейці, поверхні плити, верхній і нижній частині стояків опор із бетонних блоків на ділянці, електрифікованій постійним струмом (з.п. Зелений Гай дільниці

Харків – Мерефа Південної залізниці). Встановлено, що в разі потенціалу на рейці +60 В на поверхню плити наводиться потенціал +0,6 В, на верхню частину стояків +0,3 В, на нижню частину -0,2 В, отже на ділянках, де під час проходження поїздів на рейці виникає позитивний потенціал, по висоті стояків виникає пульсуюча різниця потенціалів. Схема протікання струму, обумовленого цією різницею потенціалів, наведена на рис. 9.

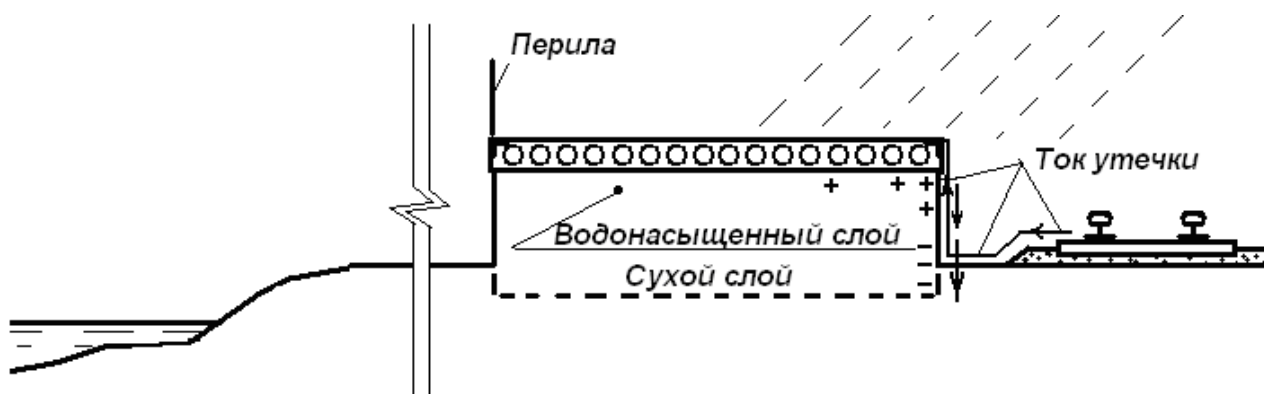


Рис. 9. Схема протікання струму витоку з рейок через конструкції платформи

Такий пульсуючий струм обумовлює електрокорозію бетону, яка полягає в електроміграції катіонів Ca^{2+} при проходженні поїздів у період дощів і сніготанення від верху торця блока по бічній поверхні плити до оздоблюючого контуру з кутків, стікаючи назад по блоку або прямо на землю у вигляді крапель. Надлишок катіонів кальцію, що накопичується в землі, далі дифундує в ґрунті в бік водоймищ або вологих зон. Таким чином, відбувається вилуговування поверхневих шарів бетону блока і плити під впливом різниці потенціалів U_{p-3} від струму витоку в ланцюзі рейка – платформа – водоймище (земля), тобто електрокорозія бетону. Набагато менша величина реєстрованого потенціалу на поверхні бетону, порівняно з потенціалом на рейці, обумовлена сильною поляризацією бетону, у результаті якої вимірюється потенціал не від зовнішнього поля, а від результуючого як різниці зовнішнього поля і поля поляризації бетону.

Виходячи з цього можна припустити, що при проходженні поїзда з електротягою по

станційному шляху в перші хвилини (до 5 хв) бетонний блок і плита поляризуються, при цьому катіони Ca^{2+} в капілярах бетону зміщуються в напрямі торця блока і плити, зверненого до рейки. У результаті їх потенціал із зовнішнього від рейки боку стає більш негативним. Потім з подальшою дією струму витоку зростає кількість катіонів Ca^{2+} і гідратованої ними води, винесене електроосмотичним потоком, і потенціал у бетоні блока і плити з боку рейки стає негативним, а з протилежного боку – позитивним. По суті це є вилуговуванням $Ca(OH)_2$ з бетону під впливом струму витоку, тобто електрокорозією бетону. У період дощу і сніготанення потік води по торцю блока і плити з боку рейки прискорює винесення $Ca(OH)_2$, що розчиняється, а отже, і електрокорозії бетону. При цьому розчин $Ca(OH)_2$, що потрапляє з потоками води в ґрунт біля блоків, несеться електроосмотичним потоком у бік водоймища. Такий механізм підтверджується тим, що при короткочасному зменшенні до нуля потенціалу на рейці потенціал на блоці і

плиті змінюється неістотно, а при тривалішій перерві в русі поїздів потенціал на них набагато зменшується. Істотне менше зростання потенціалу на плиті обумовлено тим, що площа поперечного перетину плити, а отже, кількості катіонів Ca^{2+} , що переносяться електроосмотичним потоком у дощ або при сніготаненні, набагато менше, ніж у блоці, через порожнистість і меншу висоту плити.

Крім того, проаналізовано залежність потенціалу на поверхні бетонного блока на верхній і нижній частинах. Потенціал на верхній частині блока більш негативний по відношенню до нижньої частини, що свідчить про винесення іонів Ca^{2+} призводить до зсуву потенціалу поверхні капілярів бетону в негативний бік. Викладене повністю відповідає наведеному на фотознімках характеру пошкоджень блоків і плити, а також схемі протікання струму витoku з рейок у конструкції платформ (рис. 3–7).

Розроблення заходів із захисту конструкцій і споруд вокзальних комплексів від електрокорозії. Як заходи первинного захисту від агресивних дій конструкцій пасажирських платформ, що будуються, а також нових конструкцій, якими замінюють пошкоджені, слід передбачати застосування бетону важкого за ДСТУ Б В.2.7-43 класу за міцністю на стиск не менше В20, марки з морозостійкості – не нижче F100, марки з водонепроникності – не менше W4.

Водоцементне відношення при виготовленні такого бетону не повинно перевищувати 0,42.

Спосіб підбору складу бетону повинен відповідати ДСТУ Б В.2.7-215. Рекомендується застосовувати склад бетону, призначений за методикою УкрДАЗТ із забезпеченням оптимальних значень коефіцієнтів розсунення крупного заповнювача $\alpha_{\text{опт}}$, дрібного заповнювача $\mu_{\text{опт}}$, а також водоцементного відношення $V/C_{\text{опт}}$ з оптимальним вмістом добавки суперпластифікатора, а за необхідності – добавки прискорювача твердіння за ДСТУ Б В.2.7-171, ДСТУ-Н Б В.2.7-175 і ЦБМЕС 0004.

Як заходи вторинного захисту від агресивних дій поверхонь залізобетонних конструкцій пасажирських платформ як тих, що будуються, так і експлуатованих слід передбачати захисні лакофарбові покриття. Рекомендується застосовувати розроблені в УкрДАЗТ епоксидно-кам'яновугільні склади ЗС-3, ЗС-3М, ЗС-3МЦ (на основі зневодненої кам'яновугільної смоли) і ЗС-3МЦ (модифікований цеолітом).

Для захисту від електрокорозії металоін'єкційних обойм і сорочок, застосованих для підсилення конструкцій платформ на електрифікованих постійним струмом ділянках залізниць з позитивним або знакозмінним електричним потенціалом на рейках, рекомендується улаштувати їх діодне заземлення (рис. 10).

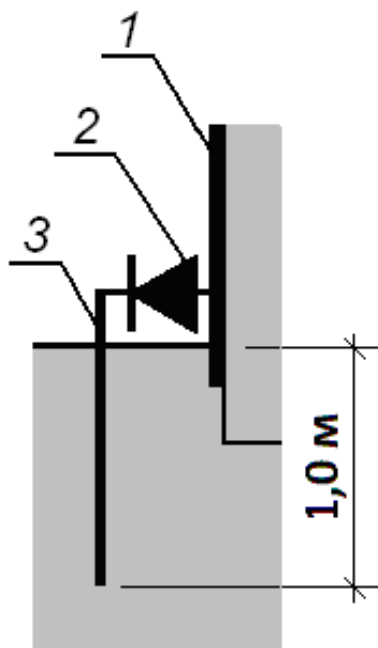


Рис. 10. Діодне заземлення металін'єкційної сорочки бетонної опори пасажирської платформи: 1 – металін'єкційна сорочка; 2 – діод Д231Б або Д232Б; 3 – заземлюючий стержень

При будівництві або реконструкції високих пасажирських платформ слід враховувати наявність у радіусі декількох кілометрів відкритих водоймищ. При відстані від водоймища не більше декількох сот метрів на ділянках, електрифікованих як постійним, так і змінним струмом у конструкції платформ у дослідному порядку рекомендується включити:

- підстилаючий коритоподібний гідроізоляційний шар;
- захисний заземлений екран;
- сітчастий захисний заземлений екран.

Підстилаючий коритоподібний гідроізолюючий шар (рис. 11) доцільно влаштувати на експлуатованій платформі за допомогою горизонтального і вертикального (похилого) нагнітання гідроізолюючого матеріалу у ґрунт.

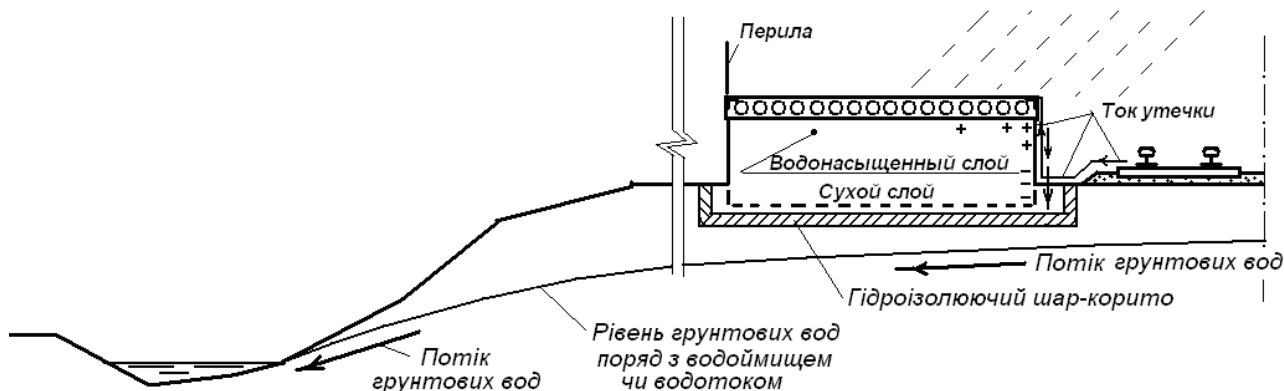


Рис. 11. Схема захисту конструкцій пасажирської платформи від електрокорозії за допомогою коритоподібного гідроізолюючого шару

Захист за допомогою захисного заземленого екрана складається зі сталеві пластини-екрана шириною 300–400 мм товщиною 6–8 мм, яка приварюється до заземлювачів з арматурних стержнів діаметром 10–12 мм. Стержні забиваються в землю на глибину до ґрунтових вод і не менше 1,5 м перед кожною бетонною або залізобетонною опорою (рис. 12). При глибокому розташуванні ґрунтових вод слід використовувати складені глибинні заземлювачі глибиною до 30 м.

На всі поверхні блоків або на торці з боку колії слід нанести епоксидно-кам'яновугільний захисний склад ЗС-3МЦ (модифікованим цеолітом) або ЗС-3МО (на основі зневодненої кам'яновугільної смоли). Вказаний склад доцільно нанести на поверхню плит під асфальтобетонним або іншим покриттям платформи.

Захист за допомогою сітчастого захисного заземленого екрана здійснюють за допомогою мідної або сталеві дрібної сітки, укладеної на поверхні опор під плитами. Порівняно з листовими екранами сітчасті мають значно меншу вагу, зручніші при монтажі.

Як екран рекомендується мідна сітка за ГОСТ 6613 з комірками розміром 0,55×0,56 мм шириною 1000 мм, діаметром дроту 0,15 мм або дрібна сталеві сітка. Як заземлення застосовують арматурні стержні, з'єднані екраном і розташовані перпендикулярно до його площини з шагом близько 6 м.

Сітчастий екран обмотується навколо опори і закріплюється із заглибленням на 30–40 см з виходом нагору до 50 см. Зверху екран вкривається захисним складом ЗС-3МЦ або ЗС-3МО у два шари.

Висновки і рекомендації. У результаті проведеного аналізу процесів пошкодження поверхонь зовнішніх бетонних, залізобетонних і кам'яних конструкцій будівель і споруд, що експлуатуються поблизу залізниць, було встановлено таке. Пошкодження поверхневого шару є найпоширенішими і одночасно важкоусувними у зв'язку з недостатньою адгезією традиційних матеріалів. Великі можливості для ремонту пошкодження поверхні відкриває використання таких засобів:

- епоксидно-кам'яновугільних складів ЗС-3, ЗС-3М, ЗС-3МЦ (на основі зневодненої

кам'яновугільної смоли) і ЗС-3МЦ (модифікований цеолітом);

- струмопровідні екрани з рідких скляно-графічних і цементно-графічних штукатурок.

На основі виконаного критичного аналізу, а також власної оцінки основних впливів на конструкції залізничних будівель і споруд показано, що основним фактором їх

найбільш інтенсивних ушкоджень є постійні струми витоку з рейок в поєднанні з обводненістю конструкцій. Удосконалено схеми потрапляння струмів витоку на конструкції будівлі по ланцюгу рейки – заземлення обладнання, а також високих пасажирських платформ з рейок у поєднанні з обводненістю конструкцій.

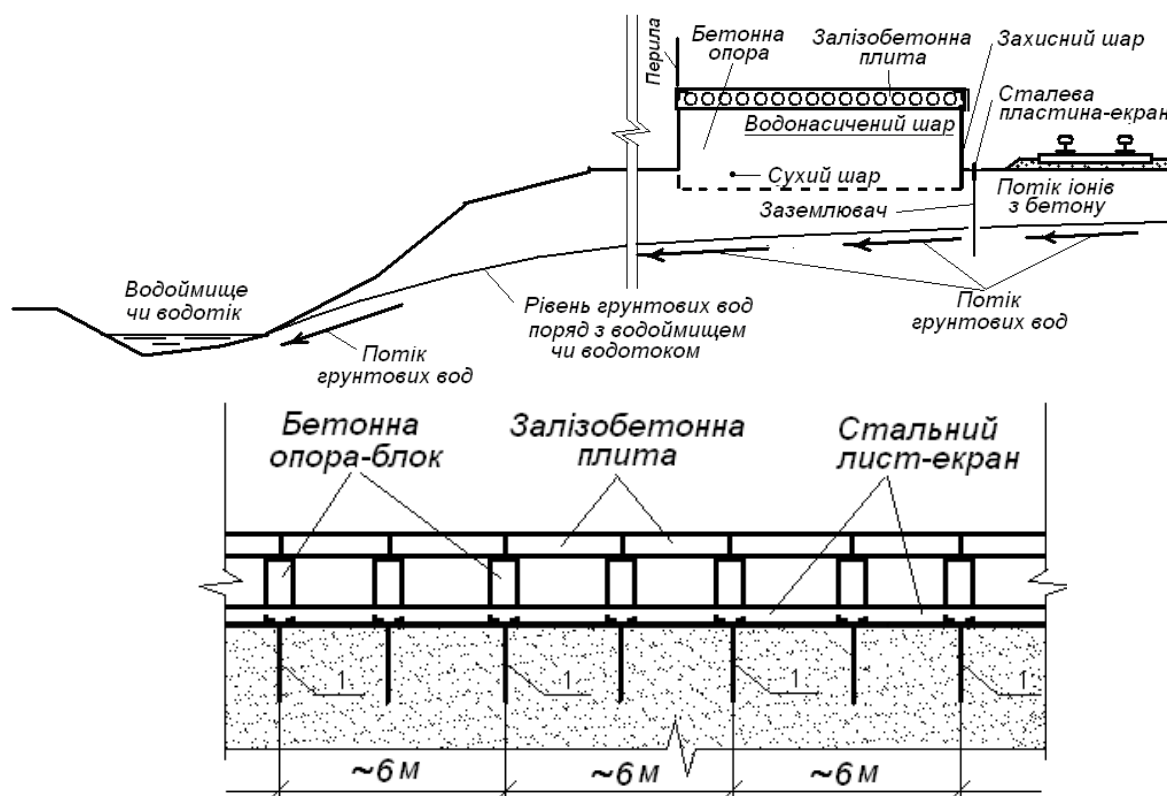


Рис. 12. Схема захисту конструкції пасажирської платформи від електрокорозії за допомогою вертикального захисного заземленого екрана

Список використаних джерел

1. Проведення досліджень і розробка рекомендацій із захисту та підсилення конструкцій пасажирських платформ на електрифікованих ділянках залізниць [Текст]: звіт з НДР. Етап 1. Аналіз впливу струмів витоку, блукаючих струмів та інших агресивних дій на конструкції пасажирських платформ та проведення попередніх експериментальних досліджень / УкрДАЗТ. – Харків, 2011. – 63 с.

2. Пługін, О.А. Електричні впливи на бетон (електрообробка та захист від електрокорозії бетонів, виробів і конструкцій із них) [Текст]: монографія / О.А. Пługін, О.С. Борзяк, В.Б. Мартинова, О.К. Халюшев; за ред. А.А.Пługіна і М.М.Зайченка. – Харків: Форт, 2013. – 300 с.

3. ВБН В 2.3-1-2008. Споруди транспорту. Проектування, будівництво та експлуатація будівель і службово-технічних споруд залізничного транспорту при швидкісному й високошвидкісному русі поїздів [Текст]. – 112 с.

4. Рекомендации по оценке состояния и усилению строительных конструкций промышленных зданий и сооружений [Текст] / НИИСК. – Москва: Стройиздат, 1989. – 104 с.

5. ДСТУ Б В.2.7-43-96. Бетони важкі. Технічні умови [Текст]. – К.: Держкоммістобуд України, 1997. – 16 с.
6. ДСТУ Б В.2.7-215:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Правила підбору складу [Текст]. – К.: Укрсерхбудінформ, 2009.
7. ДСТУ Б В.2.7-171:2008. Добавки для бетонів і будівельних розчинів. Загальні технічні умови (EN 934-2:2001, NEQ) [Текст]. – К.: Мінрейдбуд України, 2010.
8. ДСТУ-Н Б В.2.7-175:2008 Настанова щодо застосування хімічних добавок у бетонах і будівельних розчинах [Текст]. – К.: Мінрейдбуд України, 2010.
9. Рекомендації із захисту та підсилення конструкцій пасажирських платформ на електрифікованих ділянках залізниць [Текст] / УкрДАЗТ; ЦБМЕС УЗ. - Затв. 20.12.2011. - Харків, 2011. – 26 с.
10. Research of influence of leakage currents and stray currents / A.N. Plugin, A.A. Plugin, O. Plugin, O. Dudin, O. Borzyak // 17 International Baustofftagung 23-26 September 2009/ - Weimar^ Bundesrepublik Deutschland/ - Tagungsbericht. В. 2. - Р. 2-1151-1156.
11. Дослідження впливу змінного електричного поля в бетоні на його електрокорозію [Текст] / А.М. Пługін, А.А. Пługін, А.А. Дудін [та ін.] // Вісник ОДАБА.- Одеса, 2010.- Вип. 43.- С. 517-524.
12. Дудин, А.А. Механізм впливу змінного струму витоку і високовольтної напруги на обводнені бетонні, залізобетонні та кам'яні споруди [Текст]: дис. канд. техн. наук / А.А. Дудин. - Харків: УкрДАЗТ, 2012. – 275 с.

Пługін Андрій Аркадійович, д-р техн. наук, професор, зав. кафедри будівельних матеріалів, конструкцій та споруд, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-63.

E-mail: plugin_aa@kart.edu.ua.

Пшеничний Євген Олександрович, магістрант, навчально-науковий інститут перепідготовки та підвищення кваліфікації кадрів, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 376-36-78.

E-mail: vgen.wheat@yandex.ua.

Касьянов Володимир Володимирович, аспірант, кафедра будівельних матеріалів, конструкцій та споруд, Український державний університет залізничного транспорту. E-mail: vovochka_08@mail.ru.

Plugin Andrii A., DSc, Professor, Head of Building Materials and Constructions Department, Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (+38 057) 730-10-63. E-mail: plugin_aa@kart.edu.ua.

Pshenichnyi Evgeny, master student, educational-scientific, Institute of retraining and advanced training, Ukrainian State University of Railway Transport, tel.: (057) 376-36-78. E-mail: vgen.wheat@yandex.ua.

Kasyanov Vladimir, graduate, Department of building materials, constructions and structures, Ukrainian State University of Railway Transport. E-mail: vovochka_08@mail.ru.

Наукова праця здана до друку 10.09.2015 р.

УДК 624.21

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ ПРОГОНОВИХ БУДОВ МІСЬКИХ МОСТІВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ З УРАХУВАННЯМ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ

Кандидати техн. наук О.В. Лобяк, М.О. Ковальов, магістрант А.В. Оганесян

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ ГОРОДСКИХ МОСТОВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ С УЧЕТОМ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Кандидаты техн. наук А.В. Лобяк, М.О. Ковалев, магистрант А.В. Оганесян

IMPROVED METHODS OF CALCULATING SPANS OF CITY BRIDGES DURING THE RECONSTRUCTION TAKING INTO ACCOUNT STRUCTURAL AND TECHNOLOGICAL FACTORS

Candidate of techn. sciences A. Lobiak, M. Kovalyov, masterstudent A. Oganesyanyan

Проведено удосконалення методики комп'ютерного моделювання роботи балкової прогонової будови міського мосту при реконструкції за схемою пристрою залізобетонної накладної плити. Розрахунки передбачають послідовне зведення споруди по трьох стадіях з урахуванням нелінійних залежностей деформування бетону і повзучості.

***Ключові слова:** накладна плита, прогонова будова, моделювання, стадії зведення, реконструкція, метод скінчених елементів, повзучість.*

Проведено усовершенствование методики компьютерного моделирования работы балочного пролетного строения городского моста при реконструкции по схеме устройства железобетонной накладной плиты. Расчеты предусматривают последовательное возведение сооружения по трем стадиям с учетом нелинейных зависимостей деформирования бетона и ползучести.

***Ключевые слова:** накладная плита, пролетное строение, моделирование, стадии возведения, реконструкция, метод конечных элементов, ползучесть.*

An improvement of the methods of computer simulation of beam spans bridge city during the reconstruction scheme of the device for concrete slabs invoice. The calculations provide consistent construction of structures in three stages with non-linear dependency of concrete deformation and creep.

***Keywords:** slip plate, superstructure, modeling, stage construction, reconstruction, finite element method, creep.*

За даними Державного агентства автомобільних доріг України, загальна протяжність мережі автошляхів України складає більше 172 тис. км. Крім того, у перспективі очікується як активне будівництво нових, так і реконструкція існуючих автомобільних доріг для можливості пропускання транспортних потоків з усе більшою інтенсивністю, а це призведе до збільшення навантаження на штучні споруди дорожньої мережі, до яких належать міські мости. У той же час відбувається постійна переробка норм і збільшення нормативних навантажень, на які повинні бути запроектовані

нові і реконструйовані існуючі мости. У свою чергу зміна будівельних норм і збільшення навантажень тягне за собою необхідність у посиленні прогонових будов мостів з приведенням їх несучої здатності у відповідність з вимогами. Крім того, у мостових конструкціях, що експлуатуються, постійно виникають різні дефекти і пошкодження, пов'язані як з впливом зовнішнього несприятливого середовища, так і з фізичним зносом споруди.

На сьогодні на дорогах України більше 90 % мостів мають конструкцію прогонових будов, виконану з застосуванням залізобе-

тонних балок довжиною до 24 м. Переважна більшість з них не задовольняє експлуатаційні вимоги, споживчі властивості потреби сучасного транспорту за державними нормами [1], у першу чергу за вантажопідйомністю, габаритом мостового полотна, безпекою та комфортністю руху.

Існує кілька способів збільшення несучої здатності залізобетонних прогонових будов мостів при реконструкції [2, 3, 4]:

- прибудування накладної плити з монолітного залізобетону з утворенням температурно-нерозрізної схеми прогонових будов;
- нарощування перетину нижньої розтягнутої арматури;
- прибудування шпренгельної системи зі сталевих профілів;
- прибудування системи з композитних матеріалів.

Найбільш поширеним і ефективним способом підсилення прогонових будов є застосування монолітної залізобетонної плити, включеної в спільну роботу з існуючими балками. Ефект у цьому випадку досягається за рахунок збільшення робочої висоти перерізу, а отже, підвищення в них граничних зусиль. Для збільшення раціональності накладної плити прогони, на яких вона влаштовується, необхідно перетворити з розрізної схеми в нерозрізну систему. Дане рішення призводить до зменшення додатних згинальних моментів у середній частині прогонів, а від'ємні моменти, що виникають у приопорних зонах накладної

плити, можуть бути сприйняті додатковою арматурою. Крім того, при влаштуванні нерозрізних систем вдається позбутися труднощів при експлуатації деформаційних швів.

Об'єднання існуючих елементів прогонових будов з монолітною залізобетонною накладною плитою виконується за допомогою арматурних анкерів, кількість яких визначається розрахунком. У деяких випадках можливе застосування гнучких упорів або полімерних обклеювальних матеріалів типу АСОКРЕТ КС/НГ [5].

Чисельна оцінка ефекту збільшення несучої здатності прогонової будови при влаштуванні накладної плити буде залежати від прийнятих технологічних схем ремонту та існуючого технічного стану конструкції. Беручи до уваги, що накладна плита при реконструкції мостів буде сприймати другу частину постійних і тимчасових навантажень, розрахунок прогонової будови слід виконувати в нелінійній постановці з урахуванням послідовності зведення споруди. При цьому на кожному етапі монтажу розрахунок повинен проводитися для відповідної конструктивної схеми прогонової будови, що містить змонтовані до цієї стадії елементи [6].

У відповідності з прийнятими передумовами пропонується методика розрахунку балкових прогонових будов з накладною плитою, яка враховує три стадії монтажу споруди (рис. 1).

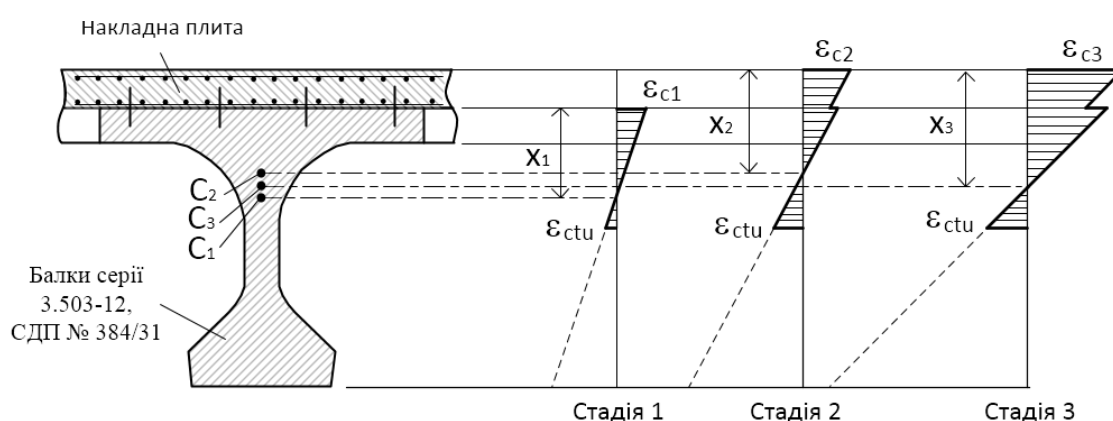


Рис. 1. Стадії роботи прогонової будови при реконструкції за схемою влаштування накладної плити

Перша стадія розрахунку передбачає навантаження існуючих елементів прогонової будови першою частиною постійних навантажень: власна вага, попередній натяг, вага накладної плити. На другій стадії в роботу включається накладна плита, перетин сприймає додаткові навантаження від ваги дорожнього одягу, тротуарних блоків, захисного шару та огорож. Третя стадія передбачає поєднання постійних і тимчасових навантажень. Оцінка несучої здатності в запропонованій постановці ведеться окремо для існуючих елементів прогонової будови і елементів підсилення з урахуванням перерозподілу зусиль між елементами перетину, нелінійної залежності деформування бетону і повзучості.

Сучасне проектування транспортних споруд припускає застосування програмних комплексів у якості основного інструменту комп'ютерного моделювання. Запропонована методика повною мірою реалізується засобами програмного комплексу «Ліра-САПР» [7, 8].

Велика бібліотека скінчених елементів (СЕ), підтримка нелінійних законів роботи матеріалів і потужні інструменти аналізу забезпечують необхідну функціональність при чисельному аналізі конструкцій з монолітного залізобетону.

Прикладом запропонованого багатостадійного моделювання служить розрахунок міського моста, що входить до складу реконструйованих транспортних споруд у м. Харкові. Існуючий мост довжиною 58.6 м має габарит Γ -11.7+0.82+0.81 м, побудований за балковою розрізною бездіафрагменною схемою 3×18 м. Відстань між внутрішніми гранями поруччя становить 13.77 м, містить у собі проїзну частину шириною 11.7 м. Початково міст розраховувався під навантаження Н-30 і НК-80, рік будівництва (за паспортом) – 1975.

У поперечному перерізі прогонові будови складаються з шести двотаврових попередньо напружених залізобетонних балок, виготовлених за типовим проектом серії 3.503-12, СДП № 384/31 (рис. 2).

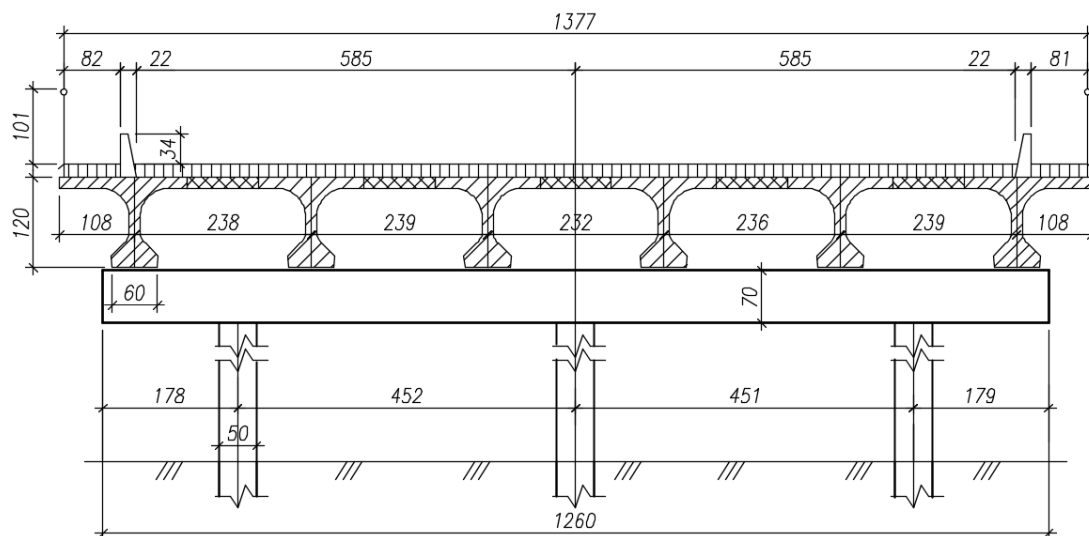


Рис. 2. Перетин прогонової будови до реконструкції

Поперечне об'єднання балок здійснено по монолітних швах. Обпирання балок прогонових будов здійснюється на гумово-металеві опорні частини. Мостове полотно складається з багат шарової конструкції проїзної частини з асфальтобетонним покриттям, парпетного залізобетонного огородження висотою 0.34 м і металевому звареного поручневого огородження висотою 1 м.

На підставі аналізу результатів обстеження мосту зроблено такі висновки: за попередніми розрахунками, відсутня відповідність проектних навантажень навантаженням від смуг А11, за діючими будівельними нормами; занижена висота парпетного, металевому бар'єрного й поручневого огорожень; несучу здатність додатково знижує наднормативна товщина

дорожнього одягу мостового полотна; зазначено неприпустиме порушення герметичності деформаційних швів і локальне руйнування захисного шару бетону.

Для відновлення експлуатаційної надійності й довговічності мосту і приведення його транспортно-експлуатаційних характеристик у відповідність з діючими будівельними нормами прийнято рішення щодо реконструкції.

За результатами передпроектного обстеження й виконаних розрахунків, балки прогонових будов виявилися ремонтпридатними й здатними експлуатуватися під навантаження А-11 і НК-80.

За прийнятим варіантом реконструкції, ремонт прогонових будов припускає розбирання конструкції мостового полотна до верху плити балок, прибування залізобетонної монолітної накладної плити, заміну опорних

частин, ремонт поверхні балок, влаштування нової конструкції мостового полотна, установлення металевих бар'єрних й поручневих огорожень, прибудування елементів водовідведення й дренажу, влаштування деформаційних швів типу «ThormaJoint» (рис. 3). В існуючих балках прогонових будов проводиться відновлення захисного шару бетону й закладення відколів сумішшю «EMACO S88C» з наступним нанесенням матеріалу «MASTERSEAL 588».

Накладна плита товщиною 120-245 мм включається в спільну роботу з існуючими полками балок прогонової будови за допомогою анкерів на цементно-епоксидному розчині SikaGrout 311. Технологічно пристрій плити проводиться без попереднього розвантаження прогонових будов.

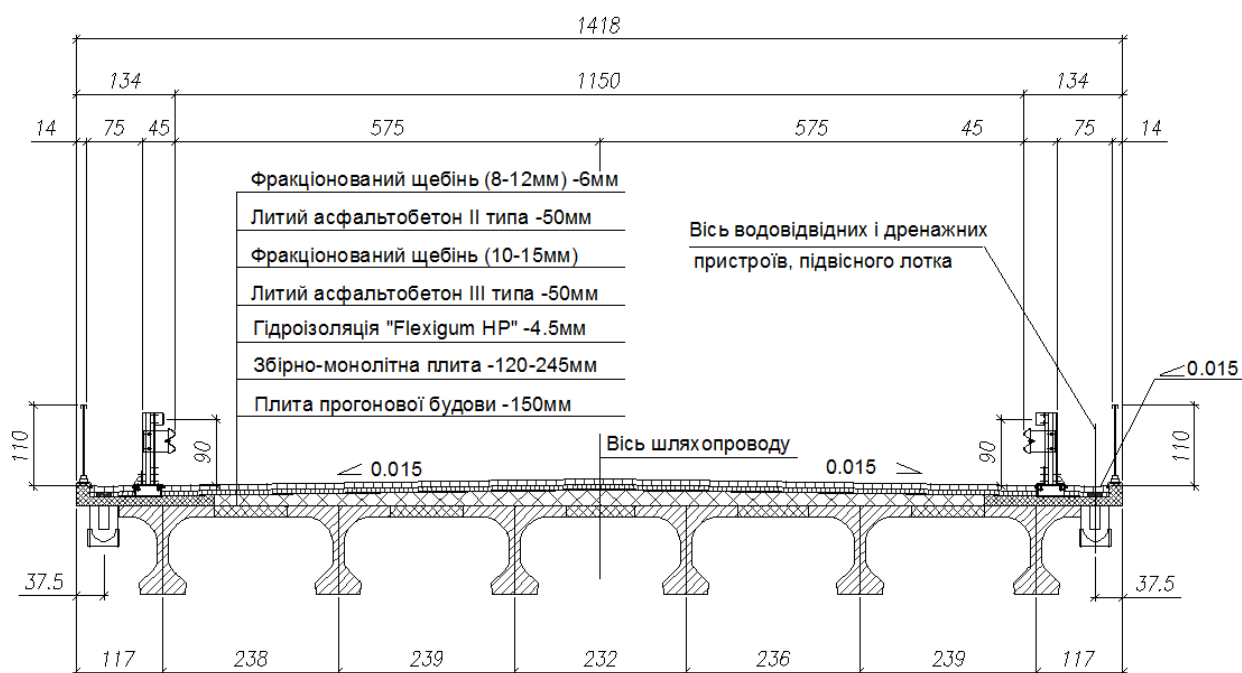


Рис. 3. Перетин прогонової будови після реконструкції

Розрахункова схема прогонової будови складена з фізично нелінійних СЕ пластин, що моделюють роботу накладної плити, стрижневих СЕ балок, «підвішених» до вузлів плити за допомогою першої групи жорстких вставок, а також другої групи жорстких вставок – для передачі зусиль попереднього натягу арматури балок (рис. 4).

Характеристики СЕ, що визначають роботу залізобетону, складені з урахуванням нелінійних діаграм деформування бетону й сталі. Відомо, що робота бетону у фізично нелінійних задачах описується нелінійним законом деформування, а арматури – діаграмою з фізичною площиною текучості [9]. Однак можливість використання повних діаграм

деформування в ПК «Ліра-САПР» не реалізована – виключена можливість застосування спадної вітки деформування бетону й фізичної площадки текучості стали. Також не реалізована можливість прямого впливу на характеристики елементів, що мають початкові ушкодження. Моделювання роботи бетону можливо тільки за допомогою експонентних діаграм, використання яких досить добре визначає роботу неушкоджених матеріалів на першому відрізку повних діаграм

деформування [10]. У зв'язку з цим для формування більш точної розрахункової моделі з урахуванням первісних ушкоджень: виконувалося зниження класу бетону відповідно до результатів даних неруйнуючого контролю міцності з одночасним виключенням з роботи бетону на розтягання. При цьому облік тривалих процесів реалізується у відповідності зі ступеневою залежністю за правилами, визначеними в EN 1992-1-1: Eurocode 2: Design of concrete structures.

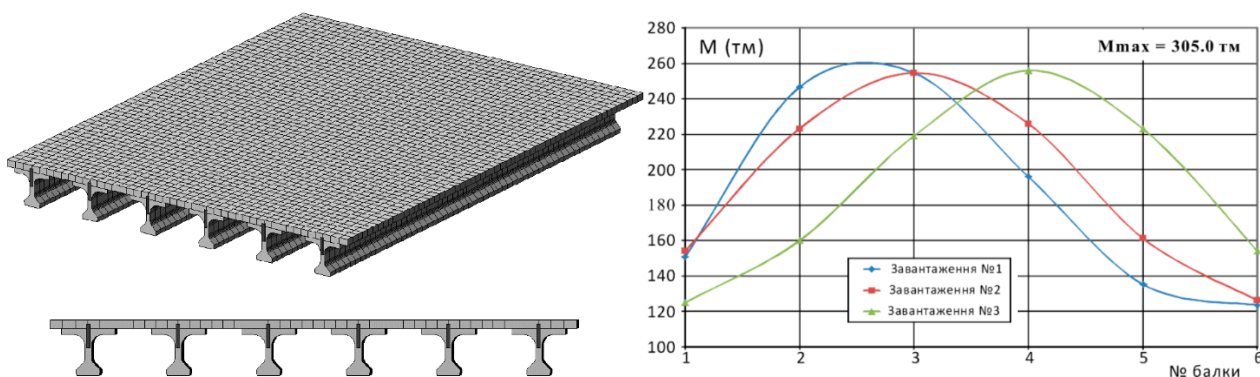


Рис. 4. Скінчено-елементна модель прогонової будови та лінії зусиль у балках

Тимчасові навантаження прийнято за схемами А-11 і НК-80. Результати розрахунків подано у вигляді ліній зусиль (моментів) для різного положення смуг навантаження А11 у поперечному напрямку проїзної частини: для крайнього положення (Завантаження 1) із прив'язкою 1.5 м від бордюру до осі візка крайньої смуги; проміжного положення (Завантаження 2) із прив'язкою 1.8 м від бордюру до осі візка крайньої смуги; центрального положення (Завантаження 3) з прив'язкою 2.1 м від бордюру до осі візка крайньої смуги.

Закон зміни напружень по висоті на останній стадії навантаження визначає частку згинального моменту, який припадає на накладну плиту. Згинальний момент, що сприймається існуючими балками, визначається різницею повного моменту і моменту, що припадає на накладну плиту.

Як показують розрахунки, моделювання послідовності монтажу прогонової будови призводить до зменшення впливу накладної плити на несучу здатність споруди після

реконструкції. Частка повного згинального моменту, що виникає від усіх постійних навантажень і сприйманого накладної плитою, складає 3 %, те саме від навантаження за схемою А-11 (з урахуванням пішоходів) – 14 %, для навантаження НК-80 – 11 %.

Результати розрахунків також визначено у вигляді мозаїки підібраної площі арматури (рис. 5). У результаті найбільша площа арматур досягає 20.1 см², що відповідає сітці Ø16 з кроком 100 класу А400С2.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Розроблена скінчено-елементна модель і на її основі методика моделювання балкових прогонових будов дозволили встановити справжню несучу здатність мосту при реконструкції та призначити раціональну конструкцію підсилення для відповідності навантаженням НК-80 та А-11. Запропоновані технічні заходи можуть бути запроваджені для використання при проектуванні штучних споруд дорожньої мережі України.

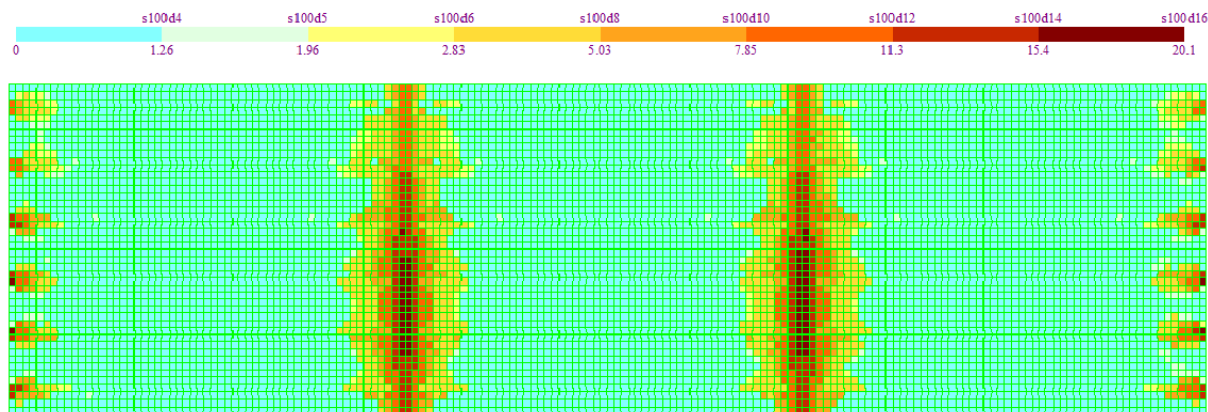


Рис. 5. Повздожня арматура у верхній грані накладної плити

Список використаних джерел

1. ДБН В.2.3-22:200. Споруди транспорту. Мости та труби. Основні вимоги проектування [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.standartpark.ua/dbn_v23_22_2009.
2. Страхова, Н.Е. Експлуатація і реконструкція мостів [Текст] / Н.Е. Страхова, В.О. Голубєв, П.М. Ковальов, В.В. Тодиріка. - К.: Транспортна академія України, 2002. – 403 с.
3. Поливанов, В.И. Проектирование и расчет железобетонных и металлических автодорожных мостов [Текст] / В.И. Поливанов. – М.: Транспорт, 1970. – 516 с.
4. Лучко Й.Й. Мости: конструкції та надійність [Текст]: довідник / Й.Й. Лучко, П.М. Коваль, М.М. Корнієв [та ін.]; за ред. В.В. Панасюка і Й.Й. Лучка; Нац. академія наук України. Фіз. -мех. ін-т ім. Г.В. Карпенка. – Львів: Каменяр, 2005. – 989 с.
5. Тодиріка, В.В. Усиление пролетного строения моста накладной плитой [Текст] / В.В. Тодиріка, А.А. Давіденко, А.Г. Доля, Д.И. Бородай // Вісник донецької національної академії та архітектури. Сучасні будівельні матеріали. – 2001. - Вип. 87. – С. 177-180.
6. Лобяк, А.В. Уточненна методика моделювання пролетних строєнь мостов при усилєнні накладної железобетонної плитой [Текст] / А.В. Лобяк, В.В. Сердюк // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. Харків: УкрДАЗТ, 2013. - Вип. 138. – С. 244-251.
7. Городецкий, Д.А. Программный комплекс ЛИРА-САПР 2013: учеб. пособие / Д.А. Городецкий, М.С. Барабаш, Р.Ю. Водопьянов [и др.]; под ред. А.С. Городецкого. – М., 2013. – 376 с.
8. Барабаш, М.С. Компьютерное моделирование процессов жизненного цикла объектов строительства [Текст] / М.С. Барабаш. – К., 2014. – 265 с.
9. Чихладзе, Е.Д. Опір матеріалів [Текст]: підруч. для студ. вищ. навч. закл., які навч. за напр. підготов. "Будівництво" / Е.Д. Чихладзе. Харків: УкрДАЗТ, 2011. – 366 с.
10. Городецкий, А.С. Компьютерные модели конструкций [Текст] / А.С. Городецкий, И.Д. Евзеров. – К.: Издательство «Факт», 2007. – 394 с.

Рецензент д-р техн. наук, професор Д.А. Плугін

Лобяк Олексій Вікторович, канд. техн. наук, доцент кафедри будівельної механіки та гідравліки, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-70. E-mail: Lobiak@ukr.net.

Оганесян Армаїс Вартикесович, магістрант кафедри будівельних матеріалів, конструкцій та споруд, Український державний університет залізничного транспорту.

Ковальов Максим Олександрович, канд. техн. наук, доцент кафедри будівельної механіки та гідравліки, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-70. E-mail: Lobiak@ukr.net.

Lobiak Alexey, Ph.D., Department of structural mechanics and hydraulics, Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-70. E-mail: Lobiak@ukr.net.

Oganesyanyan Armais, master student of the department of building materials, structures and facilities Ukrainian State University of Railway Transport.

Kovalyov Maxim, Ph.D., Department of structural mechanics and hydraulics, Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-70.

Наукова праця здана до друку 18.09.2015 р.

УДК 691.3

**РОЗРОБЛЕННЯ ЗАХИСТУ БУДІВЛІ ВОКЗАЛУ СТАНЦІЇ КОВ'ЯГИ ПІВДЕННОЇ
ЗАЛІЗНИЦІ ВІД ЕЛЕКТРОКОРОЗІЇ**

Канд. техн. наук В.А. Лютий, магістрант С.І. Онищенко

**РАЗРАБОТКА ЗАЩИТЫ ЗДАНИЯ ВОКЗАЛА СТАНЦИИ КОВ'ЯГИ ЮЖНОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ
ДОРОГИ ОТ ЭЛЕКТРОКОРРОЗИИ**

Канд. техн. наук В.А. Лютий, магістрант С.И. Онищенко

**DEVELOPMENT BUILDING PROTECTION RAILWAY STATION KOV'YAHY FROM
SOUTHERN RAILWAY ELEKTROKOROZIYI**

Candidate of techn. sciences V. Lyutyu, master student S. Onishchenko

Визначено електричні потенціали на поверхні конструкцій будівлі вокзалу станції Ков'яги Південної залізниці. Для захисту конструкцій будівлі вокзалу під час реконструкції запропоновано використання пасивного та активного захисту від електрокорозії. У якості активного захисту пропонується використовувати лакофарбове покриття з жертовним електродом.

Ключові слова: струм витoku, пасивний захист, активний захист, електрокорозія, електричний струм.

Определены электрические потенциалы на поверхности конструкций здания вокзала станции Ковяги Южной железной дороги. Для защиты конструкций здания вокзала во время реконструкции предложено использование пассивной и активной защиты от электрокоррозии. В качестве активной защиты предлагается использовать лакокрасочное покрытие с жертвенным электродом.

Ключевые слова: ток утечки, пассивная защита, активная защита, электрокоррозия, электрический ток.

Definition electric potentials on the surface of building structures railway station Kov'yahy Southern Railway. To protect building structures station during the reconstruction proposed use of passive and active protection from elektrokoroziyi. As an active protection offered to use paint with a sacrificial electrode.

Keywords: leakage current, passive defense, active defense, elektrokoroziya, electricity.

Вступ. Стан залізобетонних конструкцій електрифікованого на постійному струмі рейкового транспорту і залізобетонних конструкцій будівель і споруд відділень електролізу є завідомо небезпечним, у зв'язку з чим при проектуванні цих конструкцій слід в обов'язковому порядку передбачати заходи із захисту від електрокорозії.

Захист від електрокорозії повинен бути передбачений:

- за наявності блукаючих струмів від установок постійного струму:

- для конструкцій споруд електрифікованого на постійному струмі рейкового транспорту;

- трубопроводів, колекторів, фундаментів та інших протяжних підземних

конструкцій будівель і споруд, розташованих у полі струму від стороннього джерела;

- залізобетонних конструкцій будівель і споруд відділень електролізу;

- від дії змінного струму при використанні залізобетонних конструкцій як заземлюючих пристроїв.

Небезпека електрокорозії підземних залізобетонних конструкцій, розташованих у полі струму від стороннього джерела, і необхідність їх захисту від електрокорозії повинні бути встановлені на основі розрахунків або електричних вимірювань напруженості блукаючих струмів у ґрунті або на існуючих довколишніх аналогічних залізобетонних конструкціях.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Способи

захисту залізобетонних конструкцій від корозії блукаючими струмами поділяються на такі групи [1]:

I – обмеження струмів витоку, що виконується на джерелах блукаючих струмів;

II – пасивний захист, що виконується на залізобетонних конструкціях;

III – активний захист, що виконується на залізобетонних конструкціях, якщо пасивний захист неможливий або недостатній.

При проектуванні залізобетонних конструкцій споруд електрифікованого на постійному струмі рейкового транспорту і будівель і споруд відділень електролізу слід передбачати способи захисту від електрокорозії I і II груп.

Пасивний захист залізобетонних конструкцій, будівель і споруд електрифікованого на постійному струмі рейкового транспорту і відділень електролізу повинен забезпечуватися:

- застосуванням марки бетону з водонепроникності не нижче W6;

- виключенням застосування бетонів з добавками, що знижують електричний опір бетону, зокрема таких, що інгібують корозію сталі;

- призначенням товщини захисного шару бетону не менше 20 мм.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У залізобетонних конструкціях, що зазнають дію електричного струму, біля арматури бетон зазнає деградацію [2].

Раніше автори виконали теоретичні дослідження, які добре узгоджуються з пошкодженнями бетонних, залізобетонних і кам'яних конструкцій і споруд залізничного транспорту [2 - 6]. Були зроблені такі висновки:

- через споруди, розташовані біля електрифікованих залізниць, при проходженні поїздів з електричною тягою протікає електричний струм;

- на ділянках, електрифікованих постійним струмом, цей струм є однонаправленим пульсуючим з тривалістю імпульсу декілька хвилин;

- у конструкціях, що експлуатуються в умовах обводнення або контактують з вологими ґрунтами, однонаправлений пульсуючий струм призводить до винесення гідроксиду кальцію з цементного каменю бетону або розчину, вилугування і карбонізації бетону;

- змінний електричний струм також прискорює розчинення продуктів гідратації цементу, найбільшою мірою в області критичних частот;

- критичними є частоти: для гідроксиду кальцію – близько 80 Гц, для гідросилікатів кальцію – близько 550 Гц, для гідромоносульфоалюмінату кальцію – близько 40 Гц, для еtringіту – близько 100 Гц;

- змінний струм промислової частоти 50 Гц, що протікає через бетон, призводить до розчинення гідроксиду кальцію і гідромоносульфоалюмінату кальцію;

- деструктивна дія електричного струму в багато разів збільшується в конструкціях, які контактують з водою або омиваються нею (на водотоках), для будівель і споруд деструктивна дія електричного струму в багато разів збільшується в умовах водонасичених ґрунтів основ.

Визначення мети та задачі дослідження. Метою роботи є визначення електричних потенціалів на поверхні конструкцій будівлі вокзалу станції Ков'яги Південної залізниці та розроблення захисту конструкцій будівлі вокзалу від електрокорозії.

Основна частина дослідження. Виникнення на конструкціях будівель і споруд при проходженні поїздів постійних електричних потенціалів, що перевищують 1 В, обумовлює корозійне пошкодження цементного каменю, бетону, розчину конструкцій фундаментів, нижньої частини стін, пришвидшує їх руйнування від попереминого заморожування і відтавання та інших факторів. Наявність на конструкціях будівель і споруд постійних електричних потенціалів, що перевищують 1 В, свідчить про незадовільний стан електричної ізоляції рейкової колії: несправність і засміченість деталей ізоляції рейкових скріплень; незадовільний стані залізобетонних і дерев'яних шпал; засміченість баласту, а також про підвищену вологість ґрунтів. У цьому випадку слід здійснити загальні заходи щодо підвищення електричної ізоляції рейок, щодо забезпечення поверхневого водовідведення дощових і талих вод, а також спеціальних заходів з захисту конструкцій будівель і споруд, у тому числі спеціальних.

На рис. 1 зображено характерні криві зміни величин електричних потенціалів на рейках і конструкціях будівлі. За цими

кривими, потенціали U_p мають значну величину, досягаючи максимуму 32 В при відправленні поїзда з електротягою.

За даними графіків на рис. 1, а, б побудовано графік кореляційної залежності (рис. 2) між потенціалом на стіні будівлі U_k і потенціалом на рейці при проходженні поїзда по другій колії U_{p2} . Ця залежність має лінійний характер з досить високим ступенем кореляції.

Дані наведених графіків свідчать про те, що проходження поїздів з електричною тягою по електрифікованій постійним струмом залізничній колії призводить до виникнення на конструкціях будівлі електричних потенціалів значної величини.

Це призводить до значного прискорення процесів руйнування конструкцій будівлі і вимагає розроблення конструктивних рішень щодо їх захисту від електрокорозії.

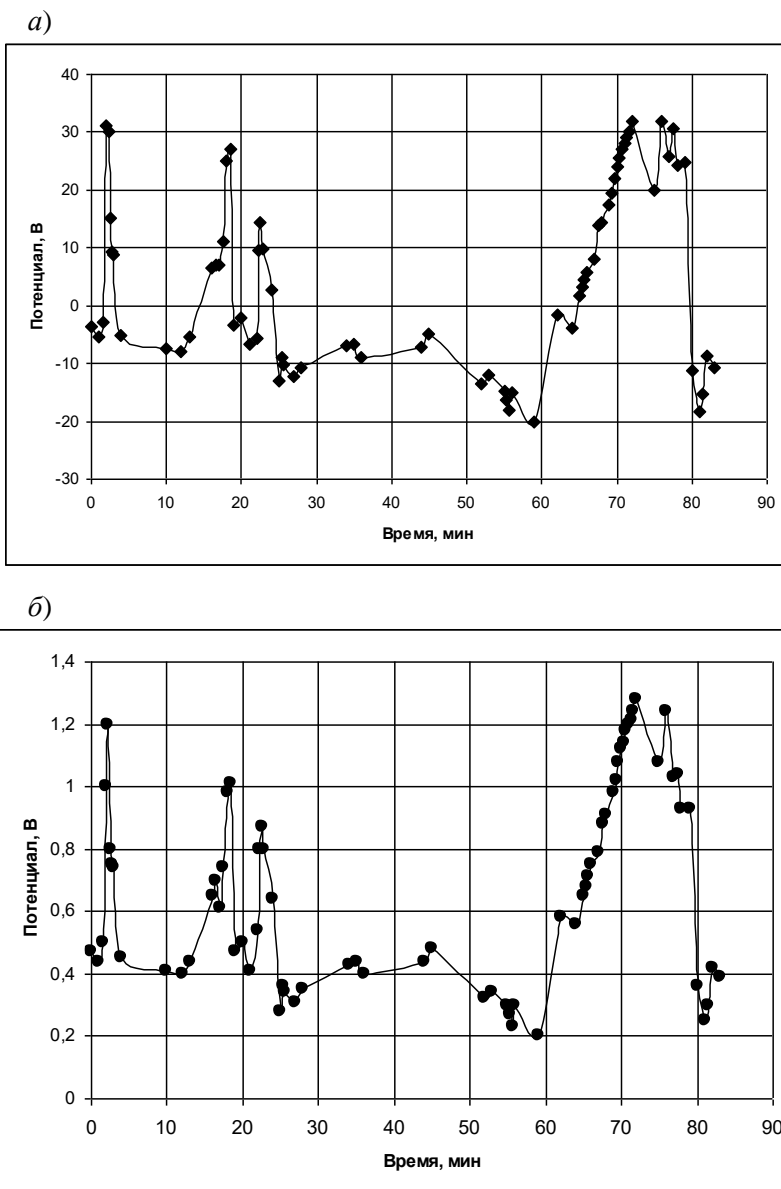


Рис. 1. Зміна потенціалу на колії U_p (а), на стіні будівлі вокзалу (б)

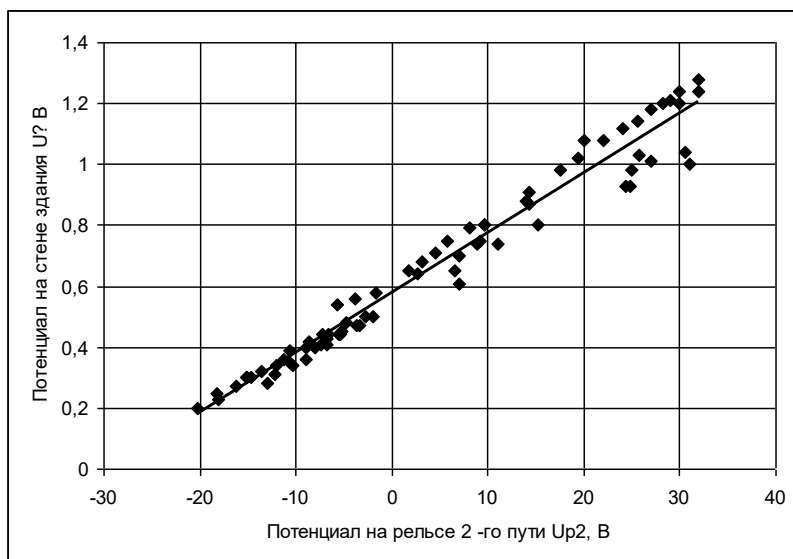


Рис. 2. Загальна залежність потенціалів на стіні будинка U_k від потенціалу на рейці другої колії U_{p2}

Розроблено схему протікання блукаючих струмів через конструкції будівлі (рис. 3). Аналіз цієї схеми показує, що струм протікатиме через конструкції цоколя і фундаменту за наявності різниці потенціалів між цоколем і видаленою точкою землі, при цьому пошкоджень можуть зазнавати цоколь і

фундамент будівлі. За наявності такої різниці потенціалів слід чекати прискорення розвитку пошкоджень.

Для захисту будівлі вокзалу, окрім пасивного захисту від електроерозії пропонується під час реконструкції застосувати і активний захист (рис. 4).

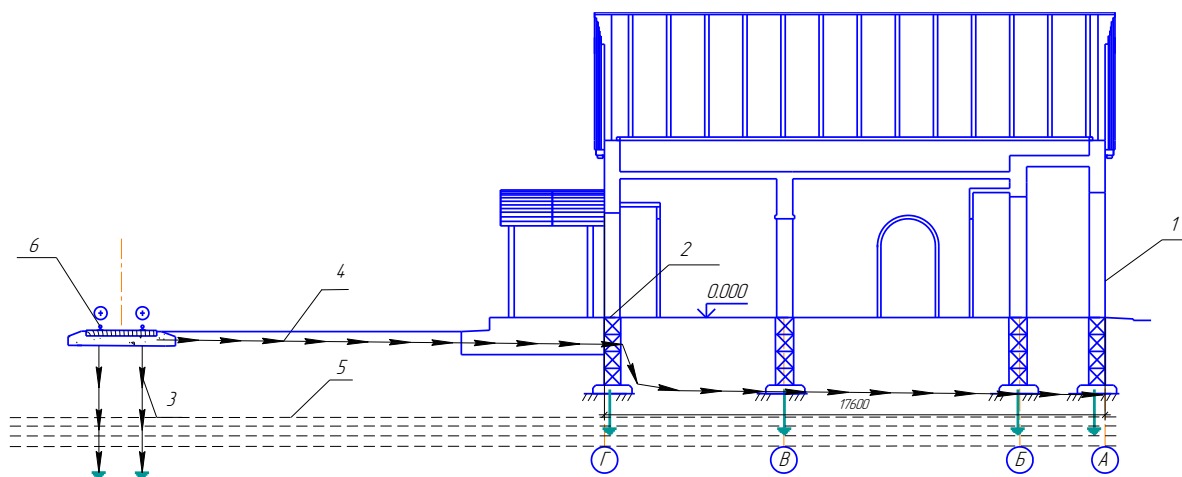


Рис. 3. Схема протікання струму через конструкції будівлі вокзалу, розташованої біля електрифікованої постійним струмом залізничної колії: 1 – будівля; 2 – горизонтальна гідроізоляція; 3 – струм витіку, переважаючий в суху погоду; 4 – струм витіку, переважаючий у сиру погоду; 5 – рівень ґрунтових вод; 6 – електрифікована постійним струмом рейкова колія

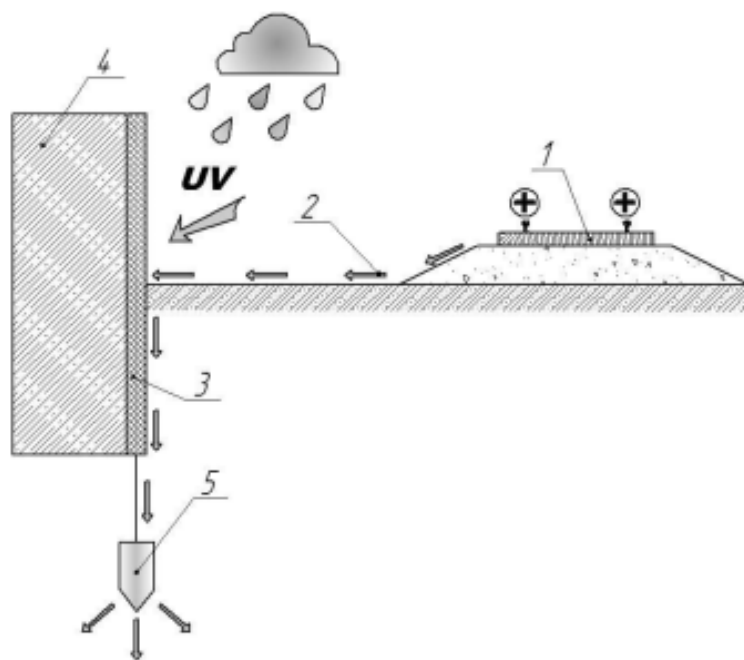


Рис. 4. Захист будівлі вокзалу від блукаючих струмів і струмів витoku за допомогою електропровідного покриття: 1 - джерело струму електрифікована рейкова колія; 2 – блукаючий струм або струм витoku; 3 – електропровідне покриття; 4 – споруда; 5 – заземлюючий елемент (жертвний електрод)

Принцип роботи захисту є таким. Електропровідне покриття приймає на себе струм витoku або блукаючий струм відводить його на заземлюючий елемент (жертвний електрод) і забезпечує додатковий захист конструкції від агресивних зовнішніх факторів (волога, ультрафіолет, хімічні агенти). Таким чином, у конструкції відсутні зони стікання з неї струму, зони руйнувань, а під покриттям залишається сухий бетон з високим електроопором.

Лакофарбове покриття має відповідати таким технічним та іншим вимогам:

- доступність всіх компонентів;
- низька собівартість не вище ніж у фарб загальнобудівельного призначення;

- питомий електричний опір значно менший ніж $50 \text{ Ом} \times \text{м}$;
- висока довговічність в атмосферних умовах на залізничному транспорті;
- висока адгезія до бетону і розчину;
- висока твердість плівки.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Визначенно електричні потенціали на поверхні конструкцій будівлі вокзалу станції Ков'яги Південної залізниці. Для захисту конструкцій будівлі вокзалу під час реконструкції запропоновано використання пасивного та активного захисту від електрокорозії. У якості активного захисту пропонується використовувати лакофарбове покриття з жертвним електродом.

Список використаних джерел

1. Бабушкін, В.І. Захист будівельних конструкцій та споруд від агресивних дій з рішенням практичних задач [Текст]: навч. посібник. / В.І. Бабушкін, А.А. Пługін, І.Е. Казімагомедов, О.О. Скорик. – Харків: УкрДАЗТ, 2006. – 214 с.

2. Исследование влияния токов утечки и блуждающих токов на здания и сооружения, расположенные возле электрифицированных железнодорожных путей [Текст] / А.Н. Плугин, Ал.А. Плугин, А.А. Дудин [и др.] // Вісник НТУ «ХПІ». – Харків, 2009. - № 40. – С. 88-104.
3. Плугин, Ал.А. Связь аварийности конструкций с токами утечки на электрифицированных участках железных дорог [Текст] / Ал.А. Плугин, Я.В. Гавриленко, Е.В. Дульцев // Зб. наук. праць. - Харків: УкрДАЗТ, 2009. – Вип. 103. – С. 218-222.
4. Блуждающие токи на конструкциях, зданиях и сооружениях, расположенных вблизи электрифицированных постоянным током участках железных дорог [Текст] / А.Н. Плугин, А.А. Плугин, О.А. Калинин // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – Вип. 109. – С. 131-143.
5. Исследование влияния переменного электрического поля в бетоне на его электрокоррозию [Текст] / А.Н. Плугин, А.А. Плугин, А.А. Дудин [и др.] // Вісник ОДАБА. – Одеса, 2010. – Вип. 43. – С. 197-211.
6. Захист від електрокорозії та електрообробка бетонів, виробів і конструкцій із них [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.kdpu-nt.gov.ua/work/zahist-vid-elektrokoroziyi-ta-elektroobrobka-betoniv-virobiv-i-konstrukciy-iz-nih> – Загол. з екрану.
7. Механизм электрокоррозии бетонных конструкций пульсирующим однонаправленным блуждающим током или током утечки [Текст] / А.Н. Плугин, А.А. Плугин, О.С. Борзяк [та ін.] // Науковий вісник будівництва. – Харків, 2007. – Вип. 42. – С. 106-111.
8. Проектирование долговечности конструкций и сооружений из бетона на основе физико-химических моделей [Текст] / А.Н. Плугин, А.А. Плугин, О.С. Борзяк [та ін.]. // Aktualne problemy naukowo-badawcze budownictwa: VIII Konferencje Naukowo-Techniczna, 18-20 maja 2006. - Olsztyn, 2006. - S. 143-152.
9. Спосіб визначення електрокорозійної стійкості захисних покриттів [Текст]: пат. 88998 UA: МПК E04B1/66, E04B1/62. / Плугін А.М., Плугін А. А., Подтележнікова І.В., Афанасьєв О.В., Горбачова Ю.М., Мірошніченко С.В., Плугін Д.А., Плугін О.А., Дудін О.А., Борзяк О.С.; заявник та патентовласник Укр. держ. акад. залізнич. трансп. - №а200811897; заявл. 07.10.2008; опубл. 10.12.2009, Бюл. №23. – 4 с.
- 10 Research of influence of leakage currents and stray currents on railways on buildings and constructions [Текст] / А.Н. Plugin, О. Plugin, О. Borzyak [та ін.]. // 17 Internationale Baustofftagung, 23-26 September 2009, Bundesrepublik Deutschland: Tagungsbericht. - Weimar, 2009.- Band 2.- P. 1151-1156.

Рецензент д-р техн. наук, професор А.А. Плугін

Лютий Віталій Анатолійович, канд. техн. наук, доцент кафедри будівельних матеріалів конструкцій та споруд, Український державний університет залізничного транспорту, тел.: (057) 730-10-64. E-mail: 2010lva@rambler.ru.
Онищенко Сергій Іванович, магістрант кафедри будівельних матеріалів, конструкцій та споруд, Український державний університет залізничного транспорту. E-mail: sergey-onishenko@yandex.ru.

Vitaliy Lyutyu PhD. Sc. Science, Associate Professor, Department of Building Materials, design and construction, Ukrainian State University of Railway Transport, tel.: (057) 730-10-64. E-mail: 2010lva@rambler.ru.
Sergei Onishchenko, undergraduate of building materials, constructions and buildings Ukrainian State University of Railway Transport.. E-mail: sergey-onishenko@yandex.ru.

Наукова праця здана до друку 24.09.2015 р.

УДК 625.143.482

ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ ПРОЦЕСУ ЗВАРЮВАННЯ РЕЙКОВИХ ПЛІТЕЙ МЕТОДОМ ЇХ НАТЯГУВАННЯ

Канд. ехн. наук В.П. Шраменко, магістрант О.І. Кукота

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЁТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ПРОЦЕССА СВАРИВАНИЯ РЕЛЬСОВЫХ ПЛЕТЕЙ МЕТОДОМ ИХ НАТЯЖЕНИЯ

Канд. техн. наук В.П. Шраменко, магистрант О.И. Кукота

DETERMINATION DESIGN PARAMETERS FOR THE PROCESS OF WELDING THE RAIL LASHES BY THEIR TENSION

Candidate of Engineering Sciences V.P. Shramenko, undergraduate O.I. Kukota

У статті визначено параметри та умови виконання робіт при остаточному відновленні цілісності рейкових плітей безстикової колії контактним зварюванням, а також при зварюванні рейкових плітей між собою при їх подовженні в польових умовах методом натягування. Причому йдеться саме про зварювання рейкових плітей при температурах нижче від температури їх закріплення з застосуванням рейкозварювальних машин нового покоління.

Ключові слова: безстикова колія, рейкові пліті, зварювання рейкових плітей, зварювальні машини, натягування рейкових плітей, температура закріплення.

В статье определены параметры и условия выполнения работ при окончательном восстановлении целостности рельсовых плетей бесстыкового пути контактной сваркой, а также при сварке рельсовых плетей между собой при их удлинении в полевых условиях методом натяжения. Причём речь идёт прежде всего о сварке рельсовых плетей при температурах ниже температуры их закрепления с применением рельсосварочных машин нового поколения.

Ключевые слова: бесстыковая колея, рельсовые плети, сварка рельсовых плетей, рельсосварочные машины, натяжение рельсовых плетей, температура закрепления.

The parameters and conditions of work fulfillment at the final restoration of the final restoration of the continuous welded track rails integrity with the help of cautionary welding and also during their stretching in the field conditions lengths between themselves during their stretching in the field conditions are identified. It is focused on the welding of continuous length rail at the temperature with the applying of rail-welded machines of a new generation.

Taking into account the technical possibilities of such machines, they provide the stretching of rail continuous lengths in the process of welding without previous curve of the continuous length. During this process the productivity of work fulfillment increases and its laboriousness decreases, the temperature conditions of welding work fulfillment extent both the restoration of integrity of broken rail continuous lengths and during creation of long continuous lengths.

Keywords: continuous welded track, welding of rail lengths, welded machines, stretching of continuous lengths, temperature of fastening.

Вступ. Як відомо, одним із напрямів підвищення ефективності безстикової колії є збільшення довжини рейкових плітей до довжини блок - ділянки, або цілого перегону і навіть більше. Виготовлення рейкових плітей такої довжини практично стало можливим з появою ефективної технології зварювання їх способом попереднього вигину та

застосуванням клеєболтових ізолюючих стиків підвищеної міцності.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. На відміну від плітей нормованої довжини (короткі пліті довжиною 800 м і менше), які виготовляються на РЗП, довгі рейкові пліті

можуть бути виготовлені тільки в польових умовах безпосередньо в колії. Але при існуючій технології зварювання рейкових плітей, яка ґрунтується на способі попереднього вигину частини рейкової пліті, не завжди можна забезпечити температурні умови виконання цих робіт і, як наслідок, сформувати відповідний температурно-напружений стан.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Численні наукові дослідження [1, 2, 3, 4] і багаторічний виробничий досвід у галузі створення рейкових плітей довжиною більше 800 м переконав науковців і працівників у тому, що з практичної точки зору найбільш ефективним способом виготовлення таких плітей, який істотно не ускладнює існуючих

технологій ремонту і утримання безстикової колії, є зварювання коротких рейкових плітей як у процесі експлуатації, так і в процесі капітального ремонту або модернізації колії способом попереднього вигину.

Не дивлячись на деякі недоліки способу створення рейкових плітей з попереднім вигином і спираючись на застосування малопродуктивних пересувних рейкозварювальних машин ПРЗМ-2, ПРЗМ-3, ПРЗМ-4 з підвісними зварювальними агрегатами К-350, такий спосіб у свій час можна було вважати виправданим. З появою зварювальних машин нового покоління (табл. 1) більш ефективним є спосіб зварювання з натягуванням рейкових плітей.

Таблиця 1

Показники робочих параметрів рейкозварювальних машин

Параметр	Тип зварювальної машини					
	К-350	К-920	К-921	К-922	К-930	К-945
Номінальне зусилля осадки, кН (тс)	450 (45)	1000 (100)	1500 (150)	1200 (120)	1200 (120)	1200 (120)
Повний робочий хід гідроциліндрів, мм	50	90	140	100	200	400
Час зварювання одного стику, с:						
- у режимі безперервного оплавлення;	180	180	180	180	180	180
- у пульсуючому режимі	-	90	90	90	90	90

Визначення мети та задачі дослідження. Виходячи з технічних можливостей сучасних машин у процесі зварювання забезпечується натягування рейкових плітей, за рахунок чого відбувається стиснення розігрітих кінців рейок, а також формується відповідний напружений стан у рейкових плітях. У зв'язку з цим для створення розрахункового напружено-деформованого стану необхідно визначити ряд параметрів зварювального процесу.

Основна частина дослідження. Використання можливостей машин нового покоління дає змогу зварювати рейкові пліті за трьома варіантами залежно від температурних умов:

- метод попереднього вигину рейкової пліті;
- метод натягування рейкової пліті (основний);

- метод підтягування рейкових плітей.

Зварювання рейкових плітей з їх натягуванням і введенням в оптимальний інтервал закріплення виконується при температурах нижчих від температури їх закріплення. При цьому завданням виконання зварювальних робіт разом зі зварюванням плітей є створення на ділянці робіт поздовжніх розтягуючих сил (рис. 1).

Відповідно до рис. 1 довжина ділянки робіт складає

$$L = l_{вст} + l_в + 2l_о$$

або

$$L = l_{A-B} + 2l_о,$$

(1)

а величина поздовжньої розтягуючої сили, яку необхідно створити на цій ділянці, становить

$$N_{тр} = \alpha \cdot E \cdot F \cdot \Delta t,$$

(2)

де α – коефіцієнт лінійного розширення рейкової сталі ($\alpha = 0,0000118$ 1/град);
 l_0 – довжина температурно-рухомого (дишаючого) кінця рейкової плити;
 $l_{вст}$ – довжина рейкової вставки;
 L_b – довжина розкріпленої ділянки плити (практично вільної від погонного опору);

E – модуль пружності рейкової сталі ($E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа);
 F – площа поперечного перерізу рейки (для рейки типу Р65 $F = 82,65 \cdot 10^{-4}$ м²);
 Δt – різниця між температурою закріплення рейкових плит t_3 та їх температурою на момент виконання зварювальних робіт t_p , тобто $\Delta t = t_3 - t_p$.

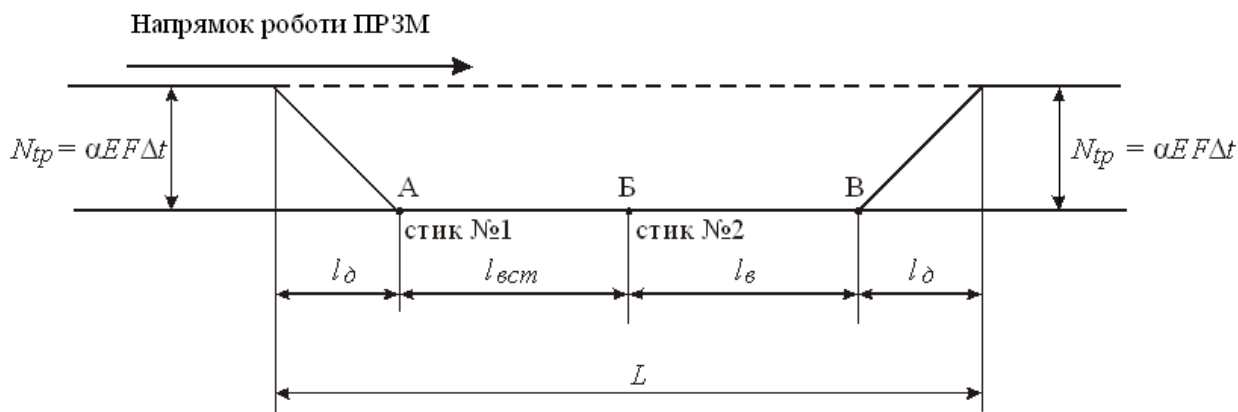


Рис. 1. Розрахункова система для визначення параметрів напружено-деформованого стану рейкових плит при їх зварюванні на ділянці

Величина необхідного подовження $\Delta l_{нод}$ кінців плит, які зварюються в стикі А та В для створення в зоні зварювання і на прилеглих ділянках розрахункових напружень у відповідності з епюрою поздовжніх сил (рис. 1), визначається за формулою

$$\Delta l_{нод} = \Delta l_{А-В} + 2\Delta l_0, \quad (3)$$

де $\Delta l_{А-В}$ – подовження розкріпленої ділянки А-В;

Δl_0 – подовження температурно-рухомих кінців плит, які підлягають зварюванню між собою.

Подовження температурно-рухомих кінців плит, їх довжина та подовження розкріпленої ділянки колії визначаються за формулами

$$\Delta l_0 = \frac{\alpha^2 \cdot E \cdot F \cdot \Delta t^2}{2r}; \quad (4)$$

$$l_0 = \frac{\alpha \cdot E \cdot F \cdot \Delta t}{r}; \quad (5)$$

$$\Delta l_{А-В} = \alpha \cdot l_{А-В} \cdot \Delta t, \quad (6)$$

де r – погонний опір рейок або шпал поздовжньому переміщенню ($r = 25$ кН/м – при замерзлому баласті, $r = 7$ кН/м – при неущільненому баласті, $r = 12$ кН/м – при ущільненому баласті).

Враховуючи те, що оплавлення металу в пульсуючому режимі та осадження стиків при зварюванні сучасними зварювальними машинами складає в середньому 25 мм, а сумарне необхідне подовження $\Delta l_{нод}$ закріпленої ділянки більше, ніж величина оплавлення металу та осадження стиків, то в стикі А та В (рис. 1) необхідно створити зазор між рейковою вставкою і плиттю, що приварюється, який дорівнює

$$\Delta l = \Delta l_{нод} - 25. \quad (7)$$

У такому випадку зварювання проводиться з натягуванням зварюваних плітей.

Якщо величина необхідного подовження Δl_{nod} розкріпленої ділянки менша, ніж величина оплавлення металу та осадження, то в стику Б необхідне випередження рейкової вставки відносно пліті, яка приварюється. Величина цього випередження також визначається за формулою (7). Зварювання стику Б в такому випадку необхідно виконувати з застосуванням попереднього вигину частини розкріпленої ділянки пліті. При оплавленні металу до величини Δl відбувається випрямлення вигнутої частини пліті. При подальшому оплавленні металу та осадженні до величини 25 мм буде відбуватися натягування кінців плітей на величину Δl_{nod} .

За Технічними вказівками (ЦП-0266) [6], необхідність у створенні розрахункових

розтягуючих поздовжніх сил при зварюванні плітей виникає, коли різниця між температурою закріплення плітей і температурою рейок при виконанні робіт Δt більше 5 °С. Оскільки оптимальна температура закріплення рейкових плітей для залізниць України складає 30 °С ± 5 °С [6], а зварювання плітей повинно бути при температурах рейок не нижче +5 °С, то можливий діапазон зміни їх температури знаходиться в межах від +5 °С до +35 °С, тобто максимальний температурний перепад слід враховувати рівним $\Delta t = 30$ °С. Для температур у межах цього інтервалу за формулами (1)-(7) визначено параметри для забезпечення контактного зварювання рейкових плітей з їх натягуванням залежно від температурних умов і погонного опору для рейок Р65.

Результати розрахунків наведено в табл. 2 і 3 та у вигляді графіків (рис. 2, 3).

Таблиця 2

Параметри для забезпечення контактного зварювання рейкових плітей з натягом в залежності від температурних умов рейок Р65 при погонному опорі $r = 7$ кН/м, що відповідає стану з неушільненим баластом

Параметр зварювального процесу	Різниця між температурою закріплення рейкових плітей і температурою проведення робіт Δt , °С													
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Величина поздовжньої сили, яку необхідно створити N_{tp} , кН	102	123	143	164	184	205	225	246	266	287	307	328	348	
Довжина дихаючого кінця рейкової пліті Δl_0 , м	14,5	17,6	20,4	23,4	26,3	39,3	32,1	35,1	38,0	41,0	43,9	46,9	49,7	
Подовження дихаючого кінця рейкової пліті Δl_0 , мм	0,5	0,7	0,9	1,2	1,5	1,8	2,2	2,6	3,0	3,5	4,1	4,6	5,2	
Довжина розкріпленої частини рейкової пліті включаючи і довжину рейкової вставки l_{A-B} , м	250				200				150				100	
Подовження розкріпленої частини рейкової пліті Δl_{A-B} , мм	14,8	17,7	20,7	23,6	26,6	23,6	26,0	21,2	23,0	24,7	17,7	19,0	20,2	
Сумарне необхідне подовження кінців плітей Δl_{nod} , мм	16	19	23	26	30	27	30	26	29	32	26	28	31	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Необхідна величина зазора між вставкою і плиттю Δl , мм	-9	-6	-2	1	5	2	5	1	4	7	1	3	6
Величина поздовжньої сили, яку необхідно створити N_{tp} , кН	369	389	410	430	451	471	492	512	533	553	574	594	615
Довжина дихаючого кінця рейкової плиті Δl_{∂} , м	52,7	55,6	58,6	61,4	64,4	67,3	70,3	73,1	76,1	79,0	82,0	84,9	87,9
Подовження дихаючого кінця рейкової плиті Δl_{∂} , мм	5,8	6,5	7,2	7,9	8,7	9,5	10,4	11,3	12,2	13,1	14,1	15,1	16,2
Довжина розкріпленої частини рейкової плиті включаючи і довжину рейкової вставки l_{A-B} , м	100			50									
Подовження розкріпленої частини рейкової плиті Δl_{A-B} , мм	21,2	22,4	11,8	12,4	13,0	13,6	14,2	14,7	15,3	15,9	16,5	17,1	17,7
Сумарне необхідне подовження кінців плитей $\Delta l_{под}$, мм	33	35	26	28	30	33	35	37	40	42	45	47	50
Необхідна величина зазора між вставкою і плиттю Δl , мм	8	10	1	2	5	8	10	12	15	17	20	22	25

Таблиця 3

Параметри для забезпечення контактного зварювання рейкових плитей з натягуванням залежно від температурних умов рейок Р65 при погонному опорі $r = 12$ кН/м, що відповідає стану з ущільненим баластом

Параметр зварювального процесу	Різниця між температурою закріплення рейкових плитей і температурою проведення робіт Δt , °С												
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Величина поздовжньої сили, яку необхідно створити N_{tp} , кН	102	123	143	164	184	205	225	246	266	287	307	328	348
Довжина дихаючого кінця рейкової плиті Δl_{∂} , м	8,5	10,3	11,9	13,7	15,3	17,1	18,8	20,5	22,2	23,9	25,6	27,3	29,0
Подовження дихаючого кінця рейкової плиті Δl_{∂} , мм	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,5	2,8	3,2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Довжина розкріпленої частини рейкової пліти включаючи і довжину рейкової вставки l_{A-B} , м	250				200				150				100
Подовження розкріпленої частини рейкової пліти Δl_{A-B} , мм	14,8	17,7	20,7	25,2	26,6	23,6	26,0	28,3	23,0	24,8	26,6	28,3	20,1
Сумарне необхідне подовження кінців плітей $\Delta l_{под}$, мм	15	19	22	27	28	26	29	32	27	29	32	34	27
Необхідна величина зазора між вставкою і пліттю Δl , мм	-10	-6	-3	2	3	1	4	7	2	4	7	9	12
Величина поздовжньої сили, яку необхідно створити $N_{пр}$, кН	369	389	410	430	451	471	492	512	533	553	574	594	615
Довжина дихаючого кінця рейкової пліти Δl_0 , м	30,8	32,4	34,2	35,8	37,6	39,3	41,0	42,7	44,4	46,1	47,8	49,5	51,3
Подовження дихаючого кінця рейкової пліти Δl_0 , мм	3,6	4,0	4,4	4,8	5,3	5,8	6,3	6,8	7,4	8,0	8,6	9,3	10,0
Довжина розкріпленої частини рейкової пліти включаючи і довжину рейкової вставки l_{A-B} , м	100				50								
Подовження розкріпленої частини рейкової пліти Δl_{A-B} , мм	21,2	22,4	23,6	24,8	26,0	27,1	14,2	14,8	15,3	15,9	16,5	17,1	17,7
Сумарне необхідне подовження кінців плітей $\Delta l_{под}$, мм	28	30	32	34	37	39	27	28	30	32	34	36	38
Необхідна величина зазора між вставкою і пліттю Δl , мм	3	5	7	9	12	14	2	3	5	7	9	11	13

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Таким чином, користуючись одержаними розрахунковими параметрами та виходячи з можливостей сучасних зварювальних машин (високі зусилля осадження і затиснення рейок з великим ходом штоків гідроциліндрів

осадження), стає можливим натягування рейкових плітей з формуванням відповідного їх температурно-напруженого стану в процесі зварювання без попереднього вигину. При цьому збільшується продуктивність виконання робіт і знижується їх трудомісткість.

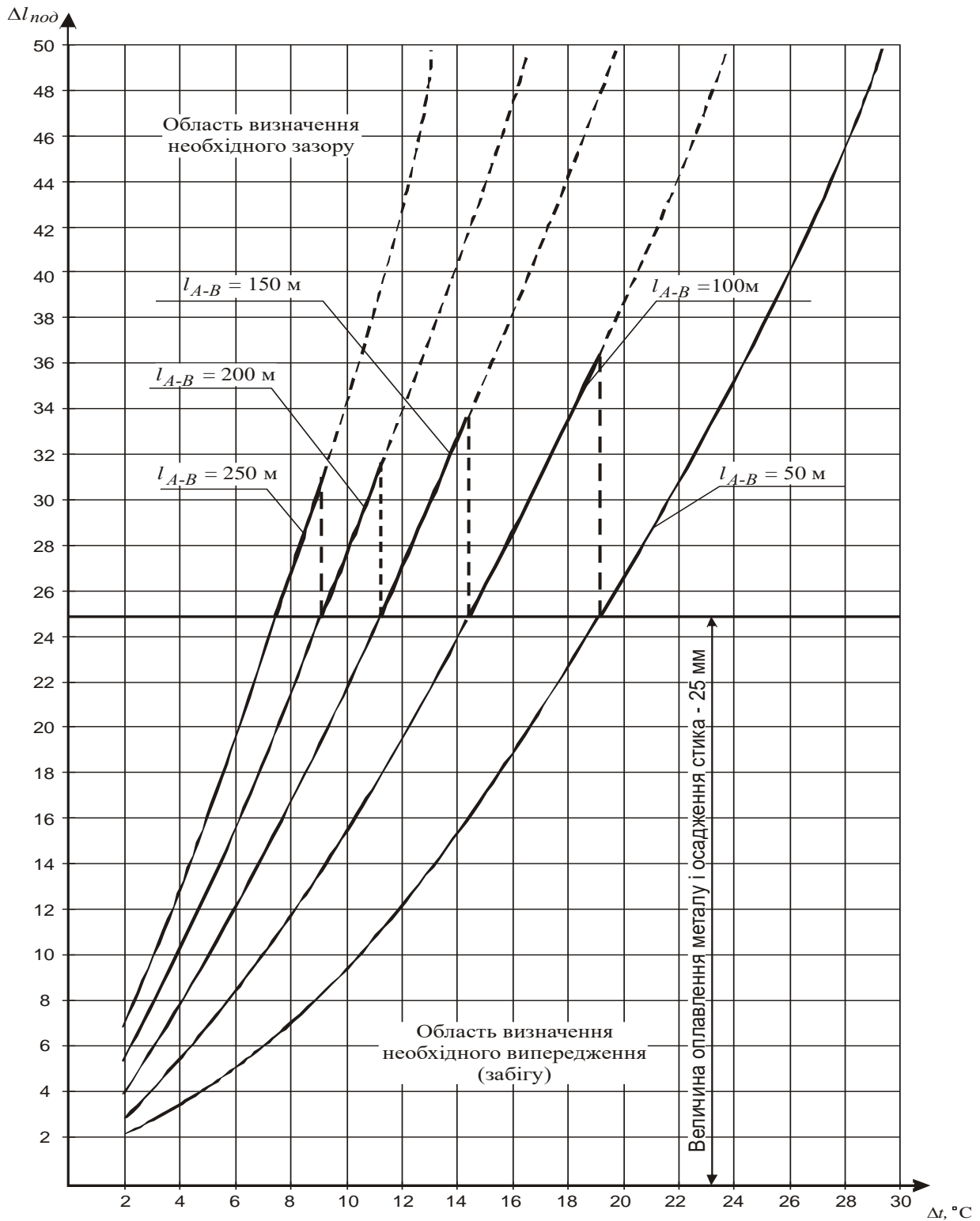


Рис. 2. Залежність необхідного подовження кінця рейкової плити для забезпечення розрахункового натягування розкріпленої ділянки від температурних умов виконання робіт для рейок Р65 при погонному опорі на дихаючих ділянках $r = 7 \text{ кН/м}$, що відповідає стану з неущільненим баластом

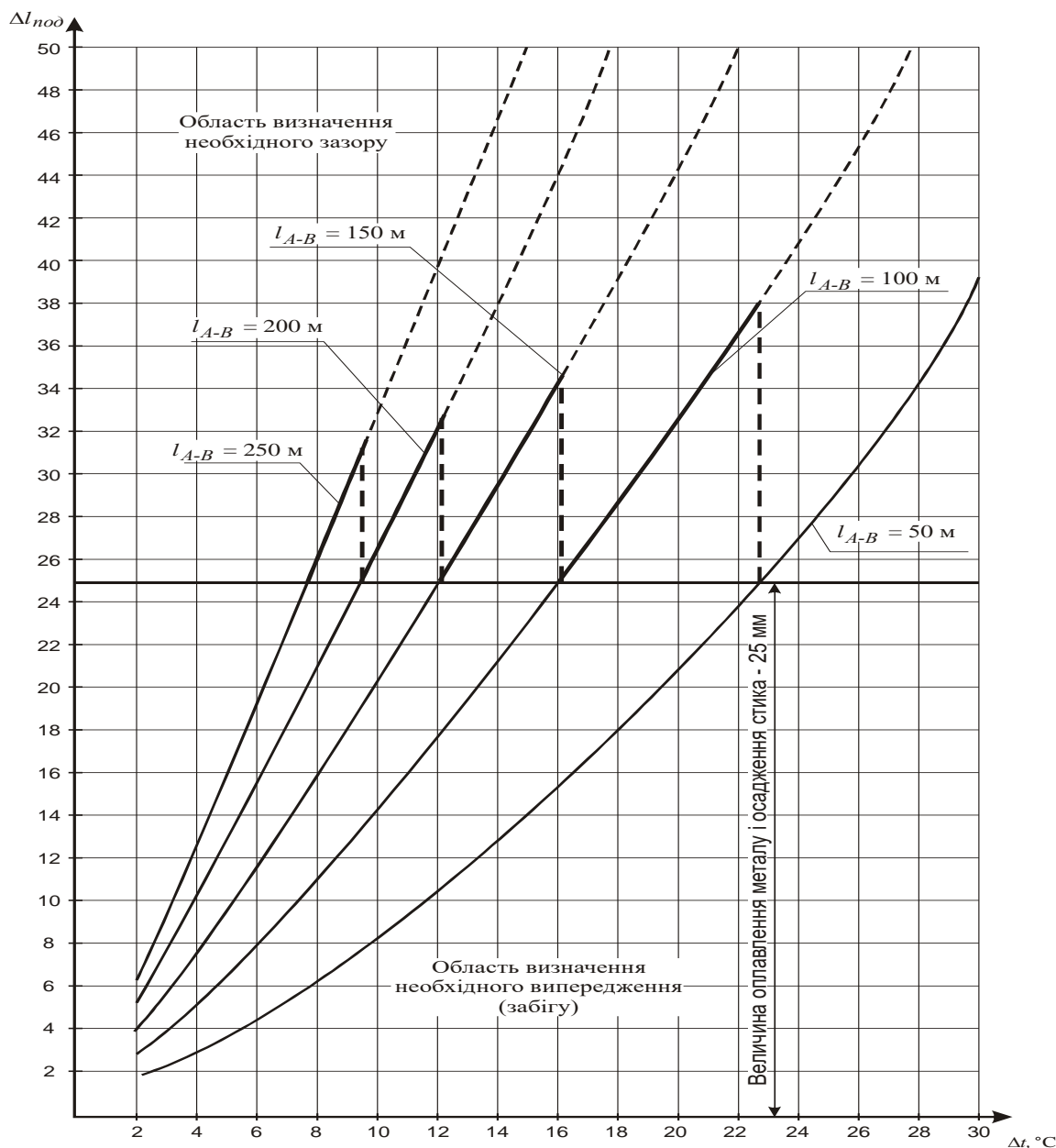


Рис. 3. Залежність необхідного подовження кінця рейкової плітї для забезпечення розрахункового натягування розкріпленої ділянки від температурних умов виконання робіт для рейок Р65 при погонному опорі на дихаючих ділянках $r = 12$ кН/м, що відповідає стану з ущільненим баластом

Список використаних джерел

1. Шульга, В.Я. Слово в пользу плетей с перегон [Текст] / В.Я. Шульга, В.И. Новакович, В.А. Лаптев // Путь и путевое хозяйство. – 1981. – №9. – С. 28-31.
2. Виногоров, Н.П. Сварка плетей с вертикальным изгибом [Текст] / Н.П. Виногоров, А.А. Луговой, В.Ф. Сушков, В.П. Шраменко // Путь и путевое хозяйство. – 1988. – №9. – С. 23-24.
3. Сушков, В.Ф. О напряженно-деформированном состоянии рельсовых плетей рельсовых плетей при их окончательном восстановлении способом вертикального изгиба [Текст] / В.Ф. Сушков, В.П. Шраменко // Сб. науч. трудов ХИИТ. – 1988. – Вып. 5. – С. 33-37.

4. Возненко, И.Я. О расширении возможностей способа окончательного восстановления рельсовых плетей с изгибом их в вертикальной плоскости [Текст] / И.Я. Возненко, В.П. Шраменко, А.Н. Штомпель, Н.Н. Шавловский // Межвуз. сб. научных трудов ХИИТ, 1992. – Вып. 19. – С. 15-19.

5. Инструктивные материалы по сварочно-наплавочным работам в путевом хозяйстве [Текст]: в 3 ч. / ЦП МПС СССР. – М.: Транспорт, 1991. – Ч. 2. – 104 с.

6. Рибкін, В.В. Технічні вказівки по улаштуванню, укладанню, ремонту і утриманню безстикової колії на залізницях України [Текст] / В.В. Рибкін, О.М. Патласов, О.І. Белорусов – К.: НВП Поліграф сервіс, 2012. – 106 с.

Рецензент д-р техн. наук, професор А.А. Пługін

Шраменко Володимир Павлович, канд. техн. наук, професор кафедри колії та колійного господарства, Український державний університет залізничного транспорту. Тел. (058) 730-10-58.

Кукота Олексій Іванович, магістр ІППК, Український державний університет залізничного транспорту.

Vladimir Shramenko, Candidate of Engineering Sciences, professor Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (058) 730-10-58.

Kukota O., undergraduate IPPK Ukrainian State University of Railway Transport.

Наукова праця здана до друку 01.10.2015 р.

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ
УКРАЇНСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**ZBIRNIK NAUKOVIH PRAC' UKRAINS'KOGO DERZAVNOGO
UNIVERSITETY ZALIZNICNOGO TRANSPORTU**

*Випуск 158
Том 1*

Збірник включено до переліку № 1 наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук (Постанова президії ВАК України № 1-05/4 від 26 травня 2010 р.)

Статті друкуються мовою оригіналу

Відповідальний за випуск Захарченко Л.М.

Редактори Ібрагімова Н.В., Третьякова К.А.

КВ № 21515-11415 ПР від 27.07.2015 р. Підписано до друку 30 жовтня 2015 р.
Формат паперу 60x84 1/8. Папір писальний.
Умовн.-друк.арк. 15,5. Тираж 130. Замовлення № .

Видавець і виготовлювач Український державний університет залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейсбаха,7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.