

Міністерство освіти і науки України  
Український державний університет залізничного транспорту

**ІТТ** | ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ  
ТРАНСПОРТНІ  
ТЕХНОЛОГІЇ



# ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

I МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

## Тези доповідей



24-30 січня 2020 р., Трускавець - Харків, Україна

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО  
ТРАНСПОРТУ

**Тези доповідей 1-ої міжнародної  
науково-технічної конференції**

**«ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ»**

Харків 2020

1-а міжнародна науково-технічна конференція «Інтелектуальні транспортні технології», Трускавець – Харків, 24-30 січня 2020 р.: Тези доповідей. – Харків: УкрДУЗТ, 2020. – 130 с.

Збірник містить тези доповідей науковців вищих навчальних закладів України та інших країн, підприємств транспортної та машинобудівної галузей за чотирьма напрямками: розвиток інтелектуальних технологій при управлінні транспортними системами; транспортні системи та логістика; інтелектуальне проектування та сервіс на транспорті; функціональні матеріали та технології при виготовленні та відновленні деталей транспортного призначення.

## ЗМІСТ

### Секція РОЗВИТОК ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ УПРАВЛІННІ ТРАНСПОРТНИМИ СИСТЕМАМИ

ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ДОСТУПУ ЛОКОМОТИВІВ ВЛАСНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ, ЩО НЕ НАЛЕЖАТЬ ДО СФЕРИ УПРАВЛІННЯ АТ УКРЗАЛІЗНИЦЯ, ДО КОЛІЙ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ <b>С. В. Панченко</b> .....	10
ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕЖДУНАРОДНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ КОРИДОРОВ <b>А. К. Головнич, В. А. Падалица</b> .....	11
УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ВЗАЄМОДІЇ ЗАЛІЗНИЧНИХ ВУЗЛІВ ТА ПОРТІВ ПРИ КОНТЕЙНЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ <b>Т.В. Бутько, А.В. Колісник, Л.О. Пархоменко</b> .....	13
УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕДУРИ РОЗПОДІЛУ КАПІТАЛЬНИХ ІНВЕСТИЦІЙ У ОБ'ЄКТИ ІНФРАСТРУКТУРИ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ЖИВУЧОСТІ СИСТЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПОЇЗДОПОТОКІВ <b>А.В. Прохорченко, А.О.Прокопов</b> .....	15
РОЗВИТОК ТЕХНОЛОГІЇ СКЛАДАННЯ ПЛАНУ ФОРМУВАННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ПОЇЗДІВ НА ОСНОВІ КОМПЛЕКСНОГО ПІДХОДУ <b>О.А. Малахова, О.Е. Шандер</b> .....	16
ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ РАЗВОЗОЧНЫХ МАРШРУТОВ <b>Н. Ю. Шраменко, Д. А. Музылев, В. А. Шраменко</b> .....	18
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ В УПРАВЛІННІ БЕЗПЕКОЮ РУХУ <b>В.М. Самсонкін, О.А. Горецький, С.О. Горбатюк</b> .....	20
МОДЕЛЮВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПАСАЖИРОПОТОКІВ ВОКЗАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ <b>Т.В. Головка</b> .....	21
РОЗВИТОК ТЕХНОЛОГІЇ ВЗАЄМОДІЇ МАГІСТРАЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ ТА ПІД'ІЗНОЇ КОЛІЇ ПОЛТАВСЬКОГО ГІРНИЧО – ЗБАГАЧУВАЛЬНОГО КОМБІНАТУ <b>Г.М. Сіконенко, Д.В. Шумик</b> .....	23

<p>КОНЦЕПЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО КОНТРОЛЮ ТА УПРАВЛІННЯ РУХОМ ПОЇЗДІВ НА ВИСОКОШВИДКІСНИХ МАГІСТРАЛЯХ</p> <p><b>П.В. Долгополов, Т.Ю. Калашнікова, Д.В. Константінов.....</b></p>	25
<p>ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ РУХУ ПОЇЗДОПОТОКІВ МІЖ СОРТУВАЛЬНИМИ СТАНЦІЯМИ В УМОВАХ ВЕРТИКАЛЬНОГО РОЗДІЛЕННЯ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОМПАНІЇ</p> <p><b>А.В. Прохорченко, М.Є. Щербина.....</b></p>	27
<p>ФОРМУВАННЯ КОНЦЕПЦІЇ ВПРОВАДЖЕННЯ ПРИВАТНОЇ ЛОКОМОТИВНОЇ ТЯГИ НА МЕРЕЖІ АТ «УКРЗАЛІЗНИЦІ»</p> <p><b>Т.В. Бутько, С.В. Харланова.....</b></p>	28
<p>ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ ПОЇЗДІВ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ УКРАЇНИ В УМОВАХ РЕФОРМУВАННЯ</p> <p><b>Г.О. Прохорченко.....</b></p>	30
<p>УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ ІДЕЇ ПРО ПОСТІЙНУ ГАРМОНІЗАЦІЮ РОЗВИТКУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ІЗ ПОЛОЖЕННЯМИ ТЕОРІЇ СИСТЕМ</p> <p><b>О. М. Ходаківський.....</b></p>	31
<p>РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ПАСАЖИРОПОТОКАМИ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ВОКЗАЛІ</p> <p><b>А.В. Прохорченко, М.Д. Ломотько.....</b></p>	33
<p>УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНИХ СТАНЦІЙ ЗА РАХУНОК КОМБІНАТОРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ ПОЇЗДІВ</p> <p><b>В.М. Прохоров, Ю.А. Рябушка.....</b></p>	34
<p>ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВЕЛИЧИНИ РЕЗЕРВУ ЧАСУ НА НАДІЙНІСТЬ ГРАФІКА РУХУ ПОЇЗДІВ</p> <p><b>А.В. Прохорченко, В. В. Білокудря.....</b></p>	36
<p>ПРОГНОЗУВАННЯ ТРИВАЛОСТІ ПРОСЛІДУВАННЯ ВАНТАЖНОЇ ВІДПРАВКИ ЧЕРЕЗ СОРТУВАЛЬНУ СТАНЦІЮ</p> <p><b>А.С. Панченко.....</b></p>	37
<p>ЗАКОНОДАВЧІ АСПЕКТИ ТЕХНОЛОГІЇ ТРАНСПОРТУВАННЯ ОТРУЙНИХ РЕЧОВИН</p> <p><b>Д.В. Галкін, О.М. Галкіна.....</b></p>	38

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ  
ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ КОНЦЕПЦІЇ  
ПОЄДНАННЯ ВАГОННИХ І ГРУПОВИХ ВІДПРАВОК У МАРШРУТ  
**А.В. Прохорченко, Н.С. Бантюкова.....** 40

УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНОЇ  
ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЇ  
УПРАВЛІННЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНИМИ ПАСАЖИРСЬКИМИ  
ПЕРЕВЕЗЕННЯМИ  
**Є. В. Ходаківська.....** 41

### **Секція ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ ТА ЛОГІСТИКА**

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ КІЛЬКОСТІ ВАГОНІВ У  
МАРШРУТНИХ ПОЇЗДАХ  
**Є.І. Балака, Д.В. Ломотько, М.Є. Резуненко.....** 44

УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ  
МІСТА ШЛЯХОМ ДОЦІЛЬНОСТІ ВІДКРИТТЯ МАРШРУТУ  
**В.І. Стадник, О.С. Лиходій, О.П. Сакно, Т.М. Колеснікова.....** 46

IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY OF OPERATION FOR DAUGAVPILS  
MARSHALLING STATION BY BUILDING THE NEW RECEIVING PARK  
**Oksana Ischuka, Denis Lomotko, Pavel Gavrilov, Julija Freimane.....** 48

ПРОБЛЕМНІ АСПЕКТИ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЇ БАЗИ  
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ  
**С.М. Клименко, Д.С. Тройников.....** 51

ВЗАИМНАЯ РАБОТА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
ОБЩЕГО И НЕОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ В МЕСТАХ ЗАРАЖДЕНИЯ  
ГРУЗОПОТОКОВ  
**Е.Н. Потылкин.....** 53

ВИКОРИСТАННЯ ЗМІШАНОГО МЕТОДУ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО  
АНАЛІЗУ ДЛЯ МАРШРУТИЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ  
**В.П. Сахно, С.М. Шарай, В.М. Поляков.....** 55

ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ОНОВЛЕННЯ ТАРИФНОЇ  
СИСТЕМИ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗАЛІЗНИЧНИМ  
ТРАНСПОРТОМ УКРАЇНИ В СУЧАСНИХ УМОВАХ  
**В.М. Запара, Г.С. Бауліна, Я.В. Запара, С.М. Продащук.....** 58

ЕТАПИ ВПРОВАДЖЕННЯ ПОВІТРОРОЗПОДІЛЬНИКІВ № 242 В ПАСАЖИРСЬКИХ ПОЇЗДАХ <b>О.О. Давиденко, М.Я. Валігура</b> .....	60
ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ПОСЛУГ ЗА РАХУНОК УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ІНТЕРМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ <b>О.М. Костенніков, О.О. Шапатіна, А.Л. Кравець, К.В. Кім</b> .....	62
ТЕХНОЛОГІЯ БЛОКЧЕЙН В ОПТИМІЗАЦІЇ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ <b>Г.О. Примаченко, Ю В. Шульдінер, Є.І. Григорова, Ю.В. Петухова</b> .....	63
ВИХІД ПРИВАТНИХ ПІДПРИЄМСТВ НА РИНОК ЗАЛІЗНИЧНИХ ВАНТАЖОПЕРЕВЕЗЕНЬ <b>А.О. Ковальов, О.В. Ковальова</b> .....	66
ДО ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ РЕЙКОБУСІВ В СИСТЕМІ ВРТ <b>В.П. Сахно, В.М.Поляков, С.М. Шарай</b> .....	67
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ЦЕНТРУ ТРАНСПОРТНОГО СЕРВІСУ В ГАЛУЗІ КОНТЕЙНЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ <b>О.М. Костенніков, Д.І. Мкртич'ян</b> .....	69
ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ МАЛОДІЯЛЬНИХ ДІЛЯНОК <b>Н.А. Носко, Д.В. Ломотько</b> .....	71
ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ БАГАТООБОРОТНОЇ ТАРИ – ПИТАННЯ ТА ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ <b>А.Л. Кравець, О.О. Шапатіна, С.П. Кануннікова</b> .....	73
ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ХОДОВИХ ЧАСТИН РУХОМОГО СКЛАДУ НА ЗНОС ГРЕБНІВ КОЛІСНИХ ПАР <b>Є.П. Зуб</b> .....	74
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЗА РАХУНОК РАЦІОНАЛІЗАЦІЇ ЧАСУ ПЕРЕБУВАННЯ АВТОМОБІЛЮ В ПУНКТАХ НАВАНТАЖЕННЯ ТА РОЗВАНТАЖЕННЯ <b>К.Г. Ковцур, Н.В. Птиця</b> .....	76
УДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ ВАГОНОПОТОКАМИ НА ОСНОВІ ФОРМУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕВІЗНИХ ПРОЦЕСІВ <b>Г.Є. Богомазова, В.І. Шевченко, О.Л. Чудна</b> .....	78

ЛОГІСТИЧНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЗАМОВЛЕННЯМИ <b>Н.В. Гриценко</b> .....	80
ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОГО ФУНКЦІОНАЛУ В ТРАНСПОРТНИХ ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМАХ <b>О.М. Харламова, М.Ф. Зінченко, П.О. Харламов</b> .....	82
АНАЛІЗ СТАНУ КОНТЕЙНЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УКРАЇНІ <b>Д.В. Ломотько, К.С. Байдіна</b> .....	84

**Секція  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНЕ ПРОЕКТУВАННЯ  
ТА СЕРВІС НА ТРАНСПОРТІ**

УДОСКОНАЛЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ ОБРОБКИ ВАГОНІВ У ПРИПОРТОВОМУ ВУЗЛІ <b>О.М. Огар, Г.І. Шелехань, Т.В. Муригіна</b> .....	86
СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ В КОНЦЕПЦІЇ СЕЛЕКТИВНОГО ПІДХОДУ У ЗАГАЛЬНІЙ СИСТЕМІ ПРОВЕДЕННЯ МИТНИХ ПРОЦЕДУР <b>І.В. Берестов, Т.Т. Берестова, О.С. Пестременко-Скрипка</b> .....	88
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНЕ БАГАТОРІВНЕВЕ УПРАВЛІННЯ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ <b>В.П. Нерубацький, Д.А. Гордієнко</b> .....	90
АНАЛІЗ ВІДОМИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ <b>О.М. Огар, Н.Г. Панченко, М.Ю. Куценко, М.М. Верховод</b> .....	92
ПАРАМЕТРИЧНА ІДЕНТИФІКАЦІЯ КОГНІТИВНОЇ МОДЕЛІ СИСТЕМИ РЕМОНТУ ЛОКОМОТИВІВ <b>В.Г. Пузир, Ю.М. Дацун, О.М. Обозний</b> .....	94
ПРОЕКТУВАННЯ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ПРИ ШВИДКІСНОМУ РУСІ ПОЇЗДІВ З ВИКОРИСТАННЯМ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ <b>Г.В. Шаповал</b> .....	96
ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ ВІДЕОКАМЕР В СИСТЕМАХ АВТОМАТИКИ НА СОРТУВАЛЬНИХ ГІРКАХ <b>С.О. Змій, М.Ю. Куценко, А.В. Рибін</b> .....	98



ПРОБЛЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРКУ ОПЕРАТОРСЬКИХ КОМПАНІЙ В УМОВАХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАГОНАМИ РІЗНИХ ВЛАСНИКІВ <b>В.В. Кулешов, К.В. Крячко.....</b>	100
ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОНАННЯ УМОВ БЕЗПЕКИ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИКИ НА СОРТУВАЛЬНИХ ГІРКАХ <b>О.А. Дудін, С.О. Змій.....</b>	102
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ <b>В.П. Нерубацький, О.А. Плахтій, Г.А. Хоружевський.....</b>	104
<b>Секція</b>	
<b>ФУНКЦІОНАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ТА ВІДНОВЛЕННІ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ</b>	
INCREASED WEAR RESISTANCE OF PISTON RINGS <b>D.B. Hlushkova, A.I. Voronkov, N.E. Kalinina, L.L. Kostina.....</b>	106
ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОТІЙКОСТІ ЧАВУНИХ ДЕТАЛЕЙ <b>Л.А. Тимофєєва, М.А. Колесник.....</b>	108
АНАЛІЗ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ <b>Д.М. Козаренко, В.С. Лісничий, С.Ю. Сапронова, В.П. Ткаченко.....</b>	109
ОЦІНКА РЕЛАКСАЦІЇ НАПРУЖЕНЬ ТА АНІЗОТРОПІЇ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВИРОБІВ З ПЛАСТИЧНО-ДЕФОРМОВАНОЇ СТАЛІ ПІСЛЯ ТЕРМООБРОБКИ ЗА КОЕРЦИТИВНОЮ СИЛОЮ <b>В.М. Власовець, В.М. Заєць, Т.В. Власенко.....</b>	114
КОМПЛЕКСНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИ РОЗРОБЦІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАСЛЯНОГО ШЕСТЕРЕНОГО НАСОСУ <b>Л.А. Тимофєєва, Л.В. Волошина.....</b>	116
АНАЛІЗ РОБОТИ ПРУЖИННО-ФРИКЦІЙНОГО ВІЗКА ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ <b>Д.Г. Воскобойніков, В.А. Гребенюк.....</b>	118
МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В МАШИНОБУДУВАННІ <b>Л.А. Тимофєєва, М.Р. Вовк.....</b>	120

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВИРОБІВ ТРАНСПОРТНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ЗА РАХУНОК ЗАСТОСУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИХ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГІЙ Г.Л. Комарова, Д.М. Титар.....	122
ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ ТА ПРОЦЕСУ ЗНОШУВАННЯ ЦИЛІНДРО- ПОРШНЕВОЇ ГРУПИ С.С. Тимофєєв, М.А. Колесник.....	124
СТРУКТУРНІ ЗМІНИ ПОВЕРХНЕВИХ ШАРІВ В УМОВАХ ТЕРТЯ І ЗНОШУВАННЯ М.В. Грибанов, О.І. Цап.....	126
ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ КОЛІСНИХ ПАР РУХОМОГО СКЛАДУ Л.А. Тимофєєва, І.І. Федченко.....	127

*Додано в останню чергу*

#### **Секція**

#### **ІНТЕЛЕКТУАЛЬНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ТА СЕРВІС НА ТРАНСПОРТІ**

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРИСТРОЇВ РЕГУЛЮВАННЯ ШВИДКОСТІ ВІДЧЕПІВ М.Ю. Куценко, Г.С. Пашенко, Є.В. Халіна.....	129
--	-----

Секція  
**РОЗВИТОК ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
ПРИ УПРАВЛІННІ ТРАНСПОРТНИМИ СИСТЕМАМИ**

УДК 656.22

**ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ДОСТУПУ ЛОКОМОТИВІВ ВЛАСНОСТІ  
ПІДПРИЄМСТВ, ЩО НЕ НАЛЕЖАТЬ ДО СФЕРИ УПРАВЛІННЯ  
АТ УКРЗАЛІЗНИЦЯ, ДО КОЛІЙ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ**

**RESEARCH OF CONDITIONS OF LOCOMOTIVES ACCESS OF  
OWNERSHIP OF ENTERPRISES THAT DO NOT APPLY TO THE SPHERE  
OF MANAGEMENT AT UKRZALIZNYTSIA, TO RAIL TRACKS OF  
GENERAL USERS**

*Д-р техн. наук С. В. Панченко*

*Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*S. Panchenko, D.Sc. (Tech.)*

*Ukrainian state university of railway transport (Kharkiv)*

В умовах критичного погіршення експлуатаційних показників роботи АТ Укрзалізниця з причин нестачі локомотивів та локомотивних бригад на залізничній мережі, важливим є проведення наукових досліджень щодо можливості доступу локомотивів, що не належать АТ Укрзалізниця, на колії загального користування для довозення вантажів до основних опорних сортувальних станцій в мережі. Це дозволить скоротити простій вантажних вагонів та зменшити загальні витрати на перевезення для АТ Укрзалізниця, так як найбільші витрати у ланцюгу доставки вантажу залізницею на етапі перевезень – першої та останньої милі (англ. first and last mile) – перевезення вагонних і групових відправок через капілярну мережу до опорних станцій. Запропонований підхід дозволить імплементувати досвід залізниць Німеччини щодо прискорення руху місцевих поїздопотоків в межах регіональних залізничних полігонів (фідерний рух поїздів). Отже, дослідження спрямовані на вирішення проблеми доступу до колій загального користування локомотивам власності підприємств, що не належать до сфери управління АТ Укрзалізниця, є актуальними і потребують теоретичного обґрунтування.

Для вирішення поставленого завдання в роботі проведено аналіз регулюючих нормативних документів щодо можливості доступу власних локомотивів до колій загального користування та можливості руху поїзних формувань на дільницях мережі [1, 2]. З метою забезпечення виконання вимог пункту 9.12 Правил технічної експлуатації залізниць України (ПТЕ) [3] запропоновано порядок надання допуску локомотивам, що належать відомствам, підприємствам та організаціям, які не відносяться до сфери

управління АТ Укрзалізниця. Розроблено схеми та критерії доступу локомотивів, що не належать АТ Укрзалізниця, до залізничної інфраструктури загального користування для можливості подовження їх пліч обігу до основних опорних станцій залізничної мережі АТ Укрзалізниця. Досліджені основні ризики порушення безпеки руху та запропоновані заходи для їх зменшення.

Отримані результати наукових досліджень можуть стати першим етапом у підготовці до структурної реформи залізничного транспорту загального користування України та лібералізації доступу приватної тяги до колій загального користування.

[1] Системы интервального регулирования движения поездов на перегонах : учеб. пособие / А. Б. Бойник, С. В. Кошевой, С. В. Панченко, В. А. Сотник. – Харьков: УкрГАЗТ, 2005. – 256 с

[2] Improvement of the accuracy of determining movement parameters of cuts on classification humps by methods of video analysis / S. Panchenko, I. Siroklin, A. Lapko [et al.] // EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies Volume 4. – 2016. – Issue 3-82. – P. 25-30.

[3] Правила технічної експлуатації залізниць України, затверджені наказом Міністерства транспорту України від 20 грудня 1996 р. N 411. Видавництво Індустрія: Київ. – 120 с.

**УДК 656.21:004.414.23**

## **ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕЖДУНАРОДНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ КОРИДОРОВ**

### **DIGITAL MODELING THE INTERNATIONAL TRANSPORT CORRIDORS**

*Д.т.н. А. К. Головнич<sup>1</sup>, В. А. Падалица<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта»,*

*<sup>2</sup>СООО «Трансрейл-БЧ» (Республика Беларусь)*

*Dr. Golovnich A. K.<sup>1</sup>, V. A. Padalitca<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Belorussian State University of Transport),*

*<sup>2</sup>TransReil (Republic of Belarus)*

Конкурентоспособность международных транспортных коридоров (МТК) во многом зависит от эффективности управления использованием их ресурсов для целей переработки и пропуска транзитных грузопотоков с обеспечением заданных критериев качества по скорости, безопасности, беспрепятственности и сохранности перевозок. В современных условиях цифровизации эффективность управления может быть существенно повышена за счёт использования цифровых моделей ресурсов МТК. Повышение роли железнодорожного транспорта в международных перевозках грузов на различных трансевропейских и евроазиатских маршрутах транспортных коридоров приводит к настоящей необходимости разработки эффективной информационной системы сопровождения этих перевозок. Цифровая модель

обслуживающей инфраструктуры международных транспортных коридоров (МТК) должна включать в сферу мониторинга использование всех наличных ресурсов технического, технологического, экономического, правового обеспечения процессов планирования и оформления перевозки грузов от пунктов отправления через межгосударственные стыки до пунктов назначения грузов. Подобная репродукционная модель транспортного коридора – его цифровой двойник - будет достаточно эффективным средством поддержки управляющих решений при условии актуальности передаваемых данных в информационную среду по всем процессам, протекающим в прототипируемой системе, состояния которой реконструируются в модельной среде.

При наличии качественной работающей цепи прямых и обратных связей по типу «запрос-ответ» и достоверности передаваемой информации можно сформировать корректный цифровой аналог действующего МТК. Такая модель дает возможность реконструкции всех транспортных процессов с оценкой их результатов по вариантным сценариям развития событий. Благодаря высокой производительности информационной системы по воспроизведению сложных модельных процессов можно оценить позитивные и негативные последствия реализации того или иного варианта альтернативного развития событий, построить прогнозную модель состояния инфраструктуры МТК в процессе реализации всей логистической цепи продвижения товара и груза от отправителя к потребителю. Расчет показателей работы модели позволит определить узкие места по пропускной и перерабатывающей способности элементов товаро- и грузопроводящей сети МТК. Таким образом, цифровая реконструкция МТК является:

- инструментом контроля и управления существующими процессами перемещения товаров, грузов, вагонов, поездов на маршрутах перевозки по железным дорогам МТК;

- информационной средой моделирования состояния объектов при изменении параметров грузо- и вагонопотоков с определением узких мест и вариантов реконструкции инфраструктуры МТК, а также совершенствования правового и организационного взаимодействия участников перевозочного процесса.

Определенные сложности на этапе создания данной информационной системы связываются с моделированием структуры железных дорог с различной шириной колеи, требующей перевалки грузов на пограничных станциях и узлах, территориально располагаемых в различных государствах. Такие цифровые модели должны отражать особенности технологии выполнения работ по организации движения, грузовой и коммерческой работы, пограничного и таможенного контроля и др. В модели также следует учитывать особенности использования парка подвижного состава, принадлежащего различным операторам, специфики работы экспедиторских фирм. В дальнейшем предполагается объединение подобной информационной системы с аналогичными по другим видам транспорта, выполняющим перевозки на данном МТК.

**УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ВЗАЄМОДІЇ ЗАЛІЗНИЧНИХ  
ВУЗЛІВ ТА ПОРТІВ ПРИ КОНТЕЙНЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ**

**IMPROVEMENT OF THE ORGANIZATION OF INTERACTION  
BETWEEN RAILWAY JUNCTIONS AND PORTS IN CONTAINER  
TRANSPORTATION**

*Д-р техн. наук Т.В. Бутько, аспірант А.В. Колісник,  
канд. техн. наук Л.О. Пархоменко*

*Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*T.V. Butko, Doc. Scien.( Techn.), A.V. Kolisnyk, postgrad.,  
L.O. Parhomenko PhD*

*Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

В теперішній час контейнерні перевезення займають значну частку в області транспортування вантажів як за кордоном так і в Україні. Контейнеризація вантажів у світі досягає приблизно 60%. Збільшення обсягу і номенклатури вантажів, що перевозяться в контейнерах – є метою, яка прописана в чинній Національній транспортній стратегії України. Але існують деякі складності, які гальмують розвиток таких перевезень.

Актуальність питання розвитку контейнерних перевезень доводить статистика, яка наведена нижче.

На сьогодні кількість контейнерних поїздів, які курсують територією України досягла 16. Новими контейнерними поїздами, що впроваджено у 2018 році, було перевезено: Київ-Ліски-Одеса-Порт за жовтень - 173 TEU, Рожнятів-Одеса-Порт/ Чорноморська з травня по жовтень – 7309 TEU, Харків-Ліски – Чорноморська з червня- 1087 TEU, Тернопіль-Чорноморська з серпня по жовтень -1692 TEU, Одеса-Порт- Харків-Ліски з серпня по жовтень – 523 TEU [1].

За загальнодоступною статистикою протягом восьми місяців 2018 року за маршрутом «Китай-Європа-Китай» прослідувало близько 2 000 контейнерних поїздів. Кількість контейнерів, перевезених за напрямом «Європа-Китай», за перші вісім місяців 2018 склала більше 450 тисяч TEU – майже в два рази більше ніж за аналогічний період в 2017.

В українських портах за 2018 рік в було перевалено 845,9 тис. TEU. У тонах вантажообіг контейнерних вантажів склав 10,9 млн. Цей показник став рекордним за останнє десятиліття [2,3].

Вищенаведені статистичні данні показують, що основний обсяг контейнерних перевезень припадає на залізничний та морський транспорт. Тому виникає необхідність досягти злагодженості в роботі портів та залізничних вузлів.

Щодо сумісної роботи портів і залізничних вузлів України виникають ряд питань пов'язаних з формуванням і відправленням контейнерних поїздів. На доставку вантажів як з боку залізничного транспорту, так і з боку морського транспорту впливає багато випадкових факторів: часових, погодних, техногенних і ін. Ідеальним варіантом є пряме перевантаження контейнерів із судна на платформи і навпаки. Але такий варіант не завжди є здійсненним при відсутності технічних засобів. Реальні умови підведення суден не завжди збігається з даними попередньої інформації тому виникає деяка неузгодженість між роботою залізничного та морського транспорту [4].

Була проаналізована інфраструктура порту Одеса та прилеглої до нього залізничної станції Одеса-Порт. Виявлено, що порт складається з двох терміналів «БКП» і «КТО», на які одночасно заходять судна. Завантаження та вивантаження суден відбувається паралельно. Розрахована інтенсивність потоку контейнерів з імпортом та експортом, а також інтенсивність надходження суден за добу. Вивезення контейнерів з порту відбувається трьома контейнерними поїздами, які курсують тричі у неділю. Частота курсування таких поїздів 4-5 разів за місяць в кожне місто.

Перевантаження контейнерів із судна на залізничні платформи та відправлення їх за призначенням в терміналах порту може зайняти від 7 до 10 діб. У сезон відправлень черга платформ на завантаження може сягати до 700 платформ у день. У середньому на терміналах обробляється 70-100 платформ за день. Така проблема виникає у зв'язку з нестачею необхідної кількості платформ, локомотивів, вантажно-розвантажувальної техніки, недостатній колійний розвиток. Проведеним аналізом було доведено, що судна, які заходять у порт Одеса розвантажуються і завантажуються не тільки контейнерними поїздами, а також і додатковими у зв'язку з необхідністю доставки товарів без затримок.

Автомобільним транспортом перевезення контейнерів відбувається набагато швидше, але дорожче в вдвічі і навіть втричі. Тому якщо клієнт має в своєму розпорядженні достатньо часу, то він звичайно буде обирати перевезення на користь залізничного транспорту.

На основі вищезазначеного можна зробити висновок, що система - припортова залізнична станція; - порт;- судно представляє квазістохастичну систему, з урахуванням цього, оперативне управління такою складною системою повинно відбуватись на основі формалізації роботи із впровадженням на АРМ оперативних працівників систем підтримки прийняття рішень, що містять елементи штучного інтелекту.

[1] <https://info.uz.ua/articles/v-tsomu-rotsi-vdalosya-zbilshiti-perevezennya-konteyneriv-pat-ukrzaliznitsya-na-76>

Вдалося збільшити перевезення контейнерними поїздами ПАТ «Укрзалізниця» на 76 % / [Електронний ресурс].

[2] <https://ports.com.ua/uk/news/konteynerooborot-v-portakh-s-nachala-goda-prevysil-5-mln-tonn> Контейнерооборот у портах з початку року перевищив 5 млн тонн./ [Електронний ресурс].

[3] [https://cfts.org.ua/news/2019/08/19/perevalka\\_konteynerov\\_v\\_morskikh\\_portakh\\_ovelichilas\\_na\\_20\\_za\\_7\\_mesyats\\_ev\\_2019\\_goda\\_54818](https://cfts.org.ua/news/2019/08/19/perevalka_konteynerov_v_morskikh_portakh_ovelichilas_na_20_za_7_mesyats_ev_2019_goda_54818) Перевалка контейнерів в морських портах збільшилась на 20% за 7 місяців 2019 года / [Електронний ресурс].

[4] Бутько Т.В. Сучасні інформаційні технології в управлінні залізничними підрозділами: конспект лекцій / Бутько Т.В., Шумик Д.В. // Харків:УкрДазт,2014.–85с.

**УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕДУРИ РОЗПОДІЛУ КАПІТАЛЬНИХ  
ІНВЕСТИЦІЙ У ОБ'ЄКТИ ІНФРАСТРУКТУРИ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ  
ЖИВУЧОСТІ СИСТЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПОЇЗДОПОТОКІВ**

**IMPROVEMENT OF THE PROCEDURE FOR THE ALLOCATION OF  
CAPITAL INVESTMENTS IN INFRASTRUCTURE BASED ON THE  
ANALYSIS OF THE SURVIVABILITY OF THE SYSTEM ORGANIZATION  
OF THE FLOW TRAINS**

*Док. техн. наук А.В. Прохорченко, А.О.Прокопов  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*A. Prokhorchenko, D.Sc. (Tech.), A. Prokopov  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Проведений аналіз умов функціонування залізничного транспорту України свідчить про низький рівень направлення обсягів інвестицій в розвиток інфраструктури залізничної мережі АТ Укрзалізниця. В умовах обмежених ресурсів важливим завданням є визначення найбільш впливового елемента на залізничній мережі України для більш раціонального розподілу наявних коштів у об'єкти інфраструктури, які першочергово потребують удосконалення.

Для удосконалення процедури розподілу капітальних інвестицій у об'єкти інфраструктури в роботі запропоновано план формування поїздів (ПФП) розглядати як мережеву структуру, що утворює своєрідний каркас складної системи просторової організації вагонопотоків у поїзди на залізничному транспорті України, тоді як дослідження властивостей таких структур дає змістовну інформацію про властивості складної системи в цілому [1]. В роботі удосконалено процедуру аналізу живучості систем організації вагонопотоків на залізницях України на основі методів перколяції вузлів на графі [2], яке дозволяє визначити метрики графової структури та дослідити вплив та залежність окремих станцій та дільниць в системі поїздоутворення. Крім того, досліджено властивості масштабної інваріантності системи організації поїздопотоків на основі порівняння властивостей стійкості до випадкових відмов та чутливості до скоординованих збоїв модельних мереж з реальною мережею призначень ПФП [3]. Отримані результати моделювання показали високу перспективність даних досліджень.

За результатами досліджень запропоновано для удосконалення процедури розподілу капітальних інвестицій у об'єкти інфраструктури автоматизувати розрахунки з аналізу живучості системи організації поїздопотоків. Це дозволить прискорити прийняття рішень щодо виявлення найбільш критичних елементи в системі для підвищення пропускної спроможності залізничної мережі.



- [1] Прохорченко, А.В. Дослідження впливу статистичних макрохарактеристик структури маршрутизації поїздопотоків на ефективність використання пропускнуої спроможності залізничної мережі України [Текст]/ А. В. Прохорченко, А.О. Прокопов // Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту. – 2017. – Вип. 169 (додаток). – С.176-177.
- [2] Wasserman, S., Faust, K., Social Network Analysis: Methods and Applications [Text] / Cambridge University Press, Cambridge, 1994. – 857 p.
- [3] Watts, D.J. Networks, dynamics, and the small-world phenomenon [Text] / D.J. Watts // American Journal of Sociology. – 1999. – Vol. 105(2). – P. 493-527.

**УДК 656.213**

## **РОЗВИТОК ТЕХНОЛОГІЇ СКЛАДАННЯ ПЛАНУ ФОРМУВАННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ПОЇЗДІВ НА ОСНОВІ КОМПЛЕКСНОГО ПІДХОДУ**

### **DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY COMPILATION OF A PLAN FOR THE FORMATION OF PASSENGER TRAINS BASED ON AN INTEGRATED APPROACH**

*Канд. техн. наук О.А. Малахова, канд. техн. наук О.Е. Шандер  
Український державний університет залізничного транспорту(м. Харків)*

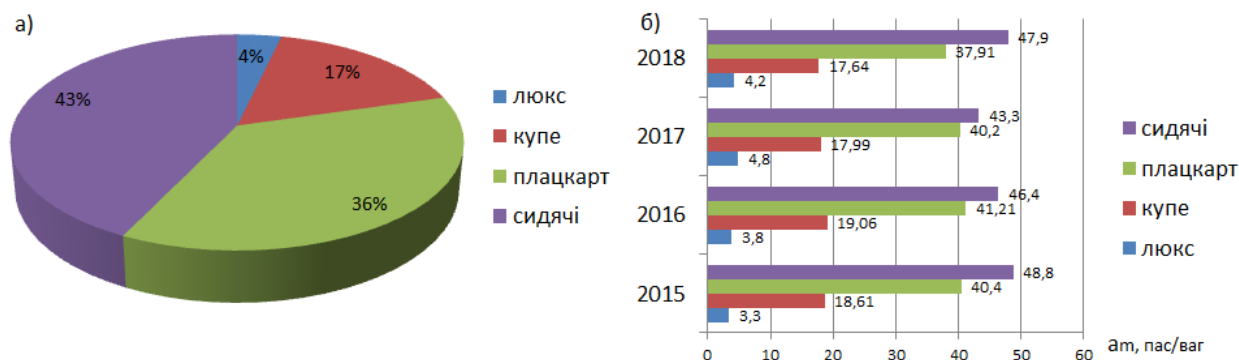
*O. Malakhova, PhD (Tech.), O. Shander, PhD (Tech.)  
Ukrainian State University Of Railway Transport (Kharkiv)*

Пасажирські перевезення на залізничному транспорті були і залишаються найважливішою складовою частиною транспортної продукції. Вони задовольняють різноманітні потреби населення в пересуваннях. У зв'язку зі створенням самостійної «Пасажирської компанії» та розвитком «Української залізничної швидкісної компанії», особливо гостро постало питання підвищення ефективності пасажирських перевезень, рентабельності при одночасному поліпшенні обслуговування і задоволенні попиту на пасажирські перевезення у дальньому сполученні. В таких умовах доводиться шукати шляхи скорочення експлуатаційних витрат. Одним з таких шляхів є вдосконалення плану формування пасажирських поїздів на основі комплексного підходу.

В якості вихідних даних для аналізу розмірів, структури і динаміки зміни пасажиропотоків при розрахунках плану формування пасажирських поїздів приймаються автоматизовані звітні дані за аналогічні попередні періоди та прогнозовані дані.

У останній час намітилася тенденція до скорочення довжини маршрутів прямування поїздів дальнього сполучення і створення транспортно-пересадочних комплексів, що з одного боку підвищує ефективність роботи пасажирського залізничного транспорту за рахунок доходних надходжень від надання додаткових послуг транзитним пасажиром. Однак, з іншого боку це призводить до необґрунтованого збільшення пересадочних сполучень, а це в свою чергу впливає на якість обслуговування пасажирів дальнього та безпересадкового сполучення, збільшує час знаходження у дорозі, створює

незручність поїздки, а в кінцевому підсумку, призводить до переходу частини пасажирів на альтернативні види транспорту. Затребуваність у вагонах різних типів наведено на рис.1.



а-відсоток затребуваності місць у вагонах різних категорій; б – середня кількість пасажирів, що перевозиться у вагонах різних категорій

Рис.1. Затребуваність місць у пасажирських вагонах

При розробці плану формування пасажирських поїздів далекого прямування, слід чітко уявляти, які витрати несе компанія від призначення в оборот поїзда, вагона і обслуговування одного пасажирів. До таких витрат належать:

- за призначеними поїздами - оплата користування інфраструктурою і локомотивним парком (при локомотивної тязі);
- за вагонами – утримання (ТО і ремонт) вагонів (моторвагонного рухомого складу) і обслуговування пасажирів на шляху прямування;
- за пасажирами – користування вокзалом і оформлення проїзних документів.

Запропонований комплексний підхід до розрахунку плану формування поїздів враховує коливання пасажиропотоку в часі та дозволяє розподілити поїздопотоки таким чином, щоб місткість поїздів використовувалася максимально ефективно при нерівних пасажиропотоках в прямому і зворотному напрямку. Відхід від парного руху дозволяє більш раціонально використовувати рухомий склад, знизити пробіг вільних місць, а також скоротити необхідний парк пасажирських вагонів. Дана задача може бути використана на автоматизованих робочих місцях оперативного персоналу «Пасажирської компанії» в АСК ПП УЗ.

**ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ  
ФОРМИРОВАНИИ РАЗВОЗОЧНЫХ МАРШРУТОВ**

**APPLICATION OF INTELLIGENT TECHNOLOGIES FOR THE  
FORMATION OF TRANSPORTATION ROUTES**

*Д-р техн. наук Н. Ю. Шраменко<sup>1,2</sup>, канд. техн. наук Д. А. Музылев<sup>2</sup>,  
В. А. Шраменко<sup>1,3</sup>*

*<sup>1</sup>Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства  
им. Петра Василенко (г. Харьков)*

*<sup>2</sup>Украинский государственный университет железнодорожного  
транспорта (г. Харьков)*

*<sup>3</sup>Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина (г. Харьков)*

*N. Yu. Shramenko<sup>1,2</sup>, D. Sc. (Eng), D. O. Muzylyov<sup>2</sup>, PhD (Tech),  
V. O. Shramenko<sup>1,3</sup>*

*Kharkiv Petro Vasilenko National Technical University of Agriculture (Kharkiv)*

*Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

*V. N. Karazin Kharkiv National University (Kharkiv)*

Для эффективного использования транспортных средств при осуществлении мелкопартионных перевозок, когда размер отправленной или полученной партии груза значительно меньше грузоподъемности автомобиля, целесообразно формировать развозочные маршруты [1]. При этом планирование развозочных маршрутов связано с необходимостью учета большого количества технологических ограничений и обработки исходной информации значительного объема.

Среди комплекса критериев эффективности, которые используются при решении различных задач организации перевозок, выбраны суммарные затраты на развоз мелкопартионных грузов в сутки, учитывающие эксплуатационные расходы на развозочную деятельность и расходы на содержание автотранспортных средств [2, 3].

Для проведения имитационных экспериментов разработано программное обеспечение, отличительной особенностью которого является формирование рациональных развозочных (сборных) маршрутов при перевозке мелкопартионных грузов в городском сообщении для большого количества заказчиков [4]. В поле программы случайно генерируется размещение клиентуры и терминала, а также объемы перевозок и время доставки груза клиентам.

Способ определения технологии работы автомобилей на развозочных (сборных) маршрутах осуществляется с использованием АРМ оператора логистического центра автотранспортного предприятия (терминала)

посредством использования модуля принятия решения и модуля имитационного моделирования.

Модуль ввода информации обеспечивает ввод через Интернет и накопление заказов грузовладельцев: матрица расстояний между грузовладельцами на определенном полигоне, которая соответствует реальной местности с учетом масштаба; количество грузовладельцев, их требования по обслуживанию (объемы партий отправки, время подачи транспортного средства, срочность обслуживания - «точно в срок», в течение суток или по периодам суток); введение оператором или внешней информационной системой характеристик парка подвижного состава (грузоподъемность, марка и модель автомобилей, их учетное количество); согласованные с грузовладельцем надбавки к тарифу за перевозку на определенный период, минимально допустимый уровень рентабельности перевозчика.

После этого проводится несколько экспериментов по формированию технологии работы автомобилей на развозочных (сборных) маршрутах для большого количества пунктов заезда с использованием модуля имитационного моделирования. Для экспериментов отличается срочность и приоритетность обслуживания грузовладельцев («точно в срок», в течение суток или по периодам суток), характеристика подвижного состава. Результатом является множество технологий обслуживания грузовладельцев  $T$ , сформированных по критерию минимального пробега на маршрутах, при различных требованиях грузовладельцев об условиях их обслуживания и при различных характеристиках парка подвижного состава. Программный модуль принятия решения для каждой технологии из множества  $T$ , полученные в результате имитационного моделирования, вычисляет общий пробег по маршрутам  $L$ , а также стоимость эксплуатации и содержания подвижного состава  $B$ , который осуществляет перевозки по определенной технологии.

Разработаны рекомендации для создания на автотранспортном предприятии автоматизированной системы формирования развозочных (сборочных) маршрутов, которая базируется на применении имитационного моделирования, является дополнением к АРМ диспетчера автотранспортного предприятия и расширяет существующие возможности диспетчера: позволяет учесть и проанализировать влияние как технологических, так и стоимостных показателей; предоставляет возможность проанализировать степень использования парка подвижного состава, определить рациональную грузоподъемность автомобилей и необходимое их количество, выполнить анализ с использованием графического интерфейса пользователя.

[1] Шраменко Н.Ю. Модель оптимального планування роботи автомобілів на розвізних маршрутах при перевезеннях дрібнопартионних вантажів// Н.Ю. Шраменко /Автомобільний транспорт. – Х.: ХНАДУ, 2007. – Вип. 20 – С. 129-132.

[2] Шраменко Н. Ю. Математична формалізація процесу транспортно-експедиторського обслуговування вантажовласників у міському сполученні // Н. Ю. Шраменко / Комунальне господарство міст: наук.-техн. зб. — Х. : ХНУМГ, 2015. — Вип. 123. — С. 74-77.

[3] Шраменко Н.Ю. Модель організації транспортного процесу на розвізних маршрутах/ Н.Ю. Шраменко// Автомобільний транспорт. - Харків: ХНАДУ, 2007. – Вип. 21 – С. 74-77

[4] Шраменко Н.Ю. Вибір оптимальної стратегії обслуговування вантажовласників на розвізних маршрутах / Н.Ю. Шраменко, А. В. Галаган // Вестник ХНАДУ: сб. науч. тр. – Х.: ХНАДУ, 2009. – Вип.44 – С. 78-82.

# ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ В УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ РУХУ

## INTELLECTUAL TECHNOLOGIES IN MOTOR SAFETY MANAGEMENT

*В.М. Самсонкін, О.А. Горецький, С.О. Горбатюк  
Державний університет інфраструктури та технологій (м. Київ)*

*V. Samsonkin, O. Horetskyi, S. Horbatiuk  
State University of Infrastructure and Technology (Kyiv)*

Останні десятиріччя у світі пріоритетними напрямками розвитку транспорту є створення інтелектуальних, зручних для операторів і користувачів та, особливо, безпечних систем управління. Лише враховуючі останні тенденції залізничний транспорт може залишатися конкурентоспроможним. Все більше розвинутих країн світу запроваджують та розвивають концепцію INDUSTRY 4.0. Одна з головних складових ІТ – DIGITAL RAILWAY та MAINTENANCE 4.0. Світ не стоїть на місці і тому запровадження зазначених концепцій це вимога сучасної цифрової економіки. Приватний бізнес завжди йде попереду. Концепція INDUSTRY 4.0 сприяє розвитку та інтенсивному впровадженню інформаційно-комунікаційних технологій, що в свою чергу вимагає суттєвого оновлення та переосмислення бізнес-моделей. Залізничний транспорт – локомотив економіки країни. Тому розвиток залізничного транспорту вимагає вже сьогодні швидкої підготовки і розробки моделі та концепції процесів.

Система управління безпекою на залізничному транспорті формувалася багато років. У зв'язку з цим вона виявляє ознаки закостенілості, багато принципів щодо забезпечення безпеки формалізувалося десятиліття тому. Звичайно, в останні роки впроваджується на транспорті все більше нових технічних засобів, з'являються нові технологічні підходи до управління рухом і, як наслідок, нові підходи в сфері технологічної та транспортної безпеки. На жаль, кожне господарство залізничного транспорту запроваджує нові засоби, заходи або методи на окремо взятому напрямку, ділянці або сфері застосування. Відсутній системний підхід.

Системний підхід лише декларується. Він використовується лише в термінології, описує взаємозв'язок елементів системи та підсистеми, використовується у математичних моделях зі спрощеними умовами реалізації.

Для забезпечення системності пропонується для використання пропонується «метод статистичної закономірності управління безпекою на залізничному транспорті». Даний метод формалізований в теоретичному відношенні і широко застосовується в різних галузях виробництва та економіки.

Основні поняття Методу, які використовуються в алгоритмі управління:

- статистика дорожньо-транспортних пригод / аварій є джерелом інформації про місця недоліків та недоліків транспортних процесів;

- кінцевий результат, як мета та головний системоутворюючий фактор транспортної системи;
- толерантність, як порушення закону транзитивності. Толерантність трактується як неоднозначність;
- «вузьке місце», це найбільш проблемне місце в забезпеченні безпеки, а також місце максимального споживання ресурсів для підтримки стабільності системи. Вузьке місце – аналог ризику;
- норма (функціональний оптимум) – це стереотипна (найбільш вірогідна) поведінка транспортної системи;
- статистична закономірність – це тенденція або чітка тенденція в динаміці статистичних показників, що описують діяльність залізничної системи.

Основні технології та рішення, що прискорили цифрові трансформації в залізничному секторі в останні роки: Інтернет речей, хмарні обчислення, аналітика великих даних, автоматика та робототехніка, штучний інтелект.

**УДК 656.211.5**

## **МОДЕЛЮВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПАСАЖИРОПОТОКІВ ВОКЗАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ**

### **MODEL OF ORGANIZATION OF PASSENGER FLOWS IN THE STATION COMPLEX**

*канд. техн. наук Т.В. Головка*

*Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

***T.V. Golovko, PhD (Tech.)***

*Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Так як одним з найбільш перспективних напрямків у розвитку пасажирського залізничного комплексу є організація швидкісного і високошвидкісного руху, то реалізація його подальшого розвитку включає в себе модернізацію об'єктів інфраструктури залізничного транспорту, в першу чергу, вокзалів і вокзальних комплексів.

Залізничний вокзальний комплекс є невід'ємною частиною транспортної системи, тому питання сучасних вимог в його формуванні та розвитку мають враховувати світові тенденції в цій галузі. Відзначаючи важливу роль вокзального комплексу в міському середовищі, необхідно відзначити, що він є елементом, який забезпечує безпеку переміщення пасажирів на будь-якому етапі, створює соціальну адаптивність прилеглих територій і внутрішніх приміщень пасажирської будівлі, надає якісний рівень сервісу і комфорту.

Для рішення завдання покращення обслуговування пасажирів найчастіше обирають методи дослідження, при яких система замінюється моделлю, яка з достатньою точністю імітує її поведінку в часі [1,2]. Імітаційні моделі діють в

часі як для одного випробування, так і заданій безлічі, а результати визначаються випадковим характером процесів. Мета імітаційної моделі полягає в відтворенні поведінки досліджуваної системи на основі результатів аналізу найбільш суттєвих взаємозв'язків між її елементами або іншими словами - розробці досліджуваної предметної області для проведення різних експериментів [3].

При моделюванні вокзальних комплексів відображуються існуючі процеси обслуговування пасажирів приміських поїздів і поїздів далекого прямування. Для максимального наближення моделі до реальності, необхідне уточнення на основі поточної обстановки на вокзалах і особливості поведінки пасажирів. Статистичні дані збираються безпосередньо на залізничних вокзалах в момент найбільшого навантаження в один час з усіх напрямків пасажиропотоків [4].

Використовуючи об'єктно-орієнтований підхід інструменту AnyLogic, який полегшує ітеративну поетапну побудову за рахунок власної бібліотеки моделювання вокзалів, пасажиропотоки поділяють на вхідні та вихідні. У свою чергу до вхідного відносяться пасажирів які відправляються із завчасно придбаними білетами, які прямують до кас (приміського та дальнього сполучення), які знаходяться у стані очікування. До вихідного відносяться пасажирів, які прибули та слідуєть до виходу з вокзалу, пасажирів в очікування пересадки, або відправлення поїзду, пасажирів, які прямують до кас. У відповідності до цього формується реальна логіка системи з подальшим визначенням карти щільності розподілу пасажиропотоку на вокзалах станцій при існуючих кількостях ресурсів обслуговування.

Моделювання пасажиропотоку вокзального комплексу у програмному середовищі AnyLogic наведено на рис.1 і 2 відповідно.

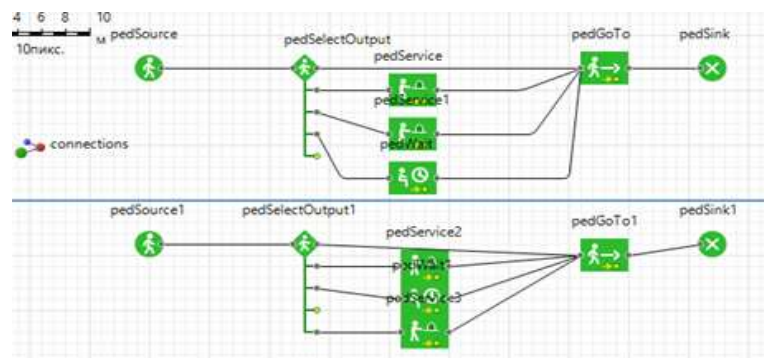


Рис.1. Логічна схема напрямку пасажиропотоків

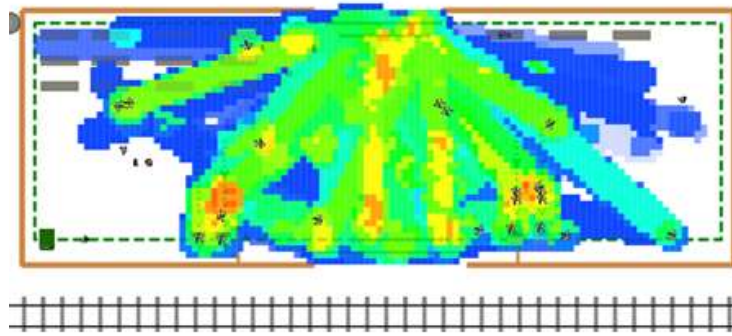


Рис.2. Карта щільності розподілу пасажиропотоків на вокзалі

Для більш точного визначення щільності пасажиропотоків використовується метод get Current Density, який дозволяє розрахувати точне значення щільності для конкретної точки.

- [1] Managed Stations Wayfinding. Design Guidelines & Specifications: Technical Specifications by Network Rail, Kings Place 90 York Way London, 2011. 123 p.
- [2] Лега Ю. Г. Методи імітаційного моделювання систем та процесів: практикум : навч. посіб. / Ю. Г. Лега, А. Д. Кожухівський, О. А. Кожухівська. – Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси: ЧДТУ, 2010. – 247 с.А
- [3] Жерновий Ю. В. Імітаційне моделювання систем масового обслуговування: Практикум/ Ю.В.Жерновий. – Львів: ЛНУ ім. І.Франка, 2007. – 312 с.
- [4] Wayfinding: designing passenger-friendly rail stations with virtual reality. Railway technology: веб-сайт railway technology. URL: <https://www.railway-technology.com/features/wayfinding-designing-passenger-friendly-rail-stations-virtual-reality/>.

УДК 656.213

## РОЗВИТОК ТЕХНОЛОГІЇ ВЗАЄМОДІЇ МАГІСТРАЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ ТА ПІД'ЇЗНОЇ КОЛІЇ ПОЛТАВСЬКОГО ГІРНИЧО – ЗБАГАЧУВАЛЬНОГО КОМБІНАТУ

### DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF INTERACTION OF MAIN TRANSPORT AND ACCESS RAILWAY OF THE FERREXPO POLTAVA MINING

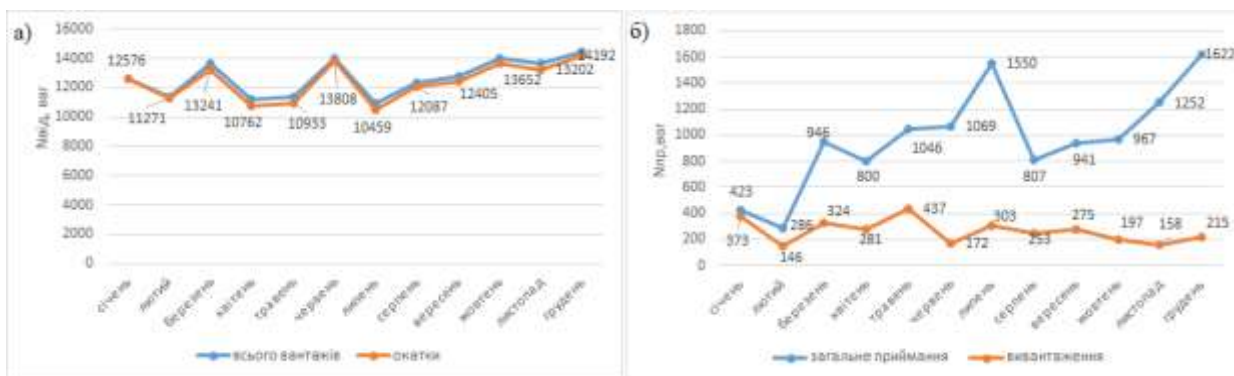
*Канд. техн. наук Г.М. Сіконенко, канд. техн. наук Д.В. Шумик  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*G. Sikonenko, PhD (Tech.), D. Shumyk, PhD (Tech.)  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Характерною особливістю залізничних перевезень масових вантажів є те, що велика частина таких перевезень породжується великими підприємствами, такими як гірничо - збагачувальні і металургійні комбінати, підприємства індустрії. Причому, як правило, ці перевезення здійснюються залізничним транспортом як промисловим, так і загального призначення. Такі потужні



потоки вимагають ефективного управління, що знижує існуючі втрати як в самому виробництві, так і на стику виробництва і транспорту. Одним з таких підприємств є Полтавський гірничо – збагачувальний комплекс (ГЗК). Полтавський ГЗК має повний технологічний цикл - від видобутку сирової руди до виробництва залізорудних окатишів - підготовленої сировини для металургійних заводів. Обсяги роботи свідчать про поступове зростання відправлення вантажів (рис.1).



а – відправлення вантажів; б – приймання вантажів

Рис.1. Обсяги роботи

Взаємодія Полтавського ГЗК та магістрального залізничного транспорту проводиться за єдиним технологічним процесом роботи станції Золотнишине Південної залізниці та під'їзної колії АТ «Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат» (Ferrexpo Poltava Mining – англ.), що сприяє виконанню плану виробництва і перевезень вантажів, поліпшення використання та утримання вагонного та локомотивного парків в технічно справному стані, забезпеченню збереження вагонів при навантаженні і вивантаженні вантажів, що погоджує обробку составів на станціях Кременчук, Золотнишине і Фабрична і забезпечує єдиний ритм перевізного процесу Південної залізниці та виробничого процесу ПрАТ Полтавський ГЗК.

Для поліпшення взаємодії в роботі в єдиному технологічному процесі передбачається коопероване використання технічних засобів станції і під'їзної колії комбінату, добірка і накопичення на станції вагонів за призначеннями, максимальне охоплення навантаження вантажів маршрутами, зниження тривалості простоїв вагонів і собівартості їх обробки і забезпечується:

- організацією ритмічної, злагодженої роботи станції примикання і під'їзної колії;
- узгодженням порядку та строків обробки вагонів з графіком руху поїздів;
- забезпеченням паралельності виконання операцій, ліквідацією їх дублювання;
- раціональним розподілом маневрової роботи з розформування та формування поїздів між ст. Золотнишине і ст. Фабрична;
- взаємним інформуванням про підхід поїздів.

Для удосконалення взаємодії магістральної станції Золотнишине та станції промислового підприємства Фабрична запропоновано розширити комплекс задач у автоматизованій системі керування рухом поїздів для перевезення залізної руди шляхом оптимального заадресування вагонів, що утворюється на полігоні обертання порожніх составів. Це дозволить:

- знизити непродуктивні простой составів в очікуванні навантаження і вивантаження і оптимізація швидкості їх руху поїздів по дільницях;
- знизити загальну кількість задіяних в роботі локомотивів за рахунок встановлення режиму їх оптимального використання.

**УДК 656.22**

## **КОНЦЕПЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО КОНТРОЛЮ ТА УПРАВЛІННЯ РУХОМ ПОЇЗДІВ НА ВИСОКОШВИДКІСНИХ МАГІСТРАЛЯХ**

### **THE CONCEPT OF CENTRALIZED CONTROL TECHNOLOGY AND TRAFFIC MANAGEMENT ON HIGH-SPEED RAILWAYS**

*канд. техн. наук П.В. Долгополов, канд. техн. наук Т.Ю. Калашнікова,  
канд. техн. наук Д.В. Константинов  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*P. V. Dolgopolo, PhD (Tech.), T. Y. Kalashnikova, PhD (Tech.),  
D. V. Konstantinov, PhD (Tech.)  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Необхідність досягнення високих економічних ефектів від експлуатації високошвидкісних магістралей (ВШМ) і складність моделей експлуатації та організації високошвидкісного руху обумовлюють підвищені вимоги до систем контролю та управління високошвидкісним рухом.

В даний час набула поширення концепція централізованого контролю та управління високошвидкісним рухом поїздів на базі диспетчерських центрів [1].

Відповідно до цієї концепції для забезпечення контролю і управління ВШМ розроблено автоматизовані системи, що виконують наступні функції:

- об'єднують дані про поїзну обстановку, стани систем сигналізації і енергопостачання, інформацію про виконання руху;
- виконують функції управління рухом на основі алгоритмів, запобігають можливим затримкам поїздів.

Згідно з європейським підходом мета та завдання технології централізованого контролю та управління рухом на ВШМ полягають в наступному:

- дотримання розкладу – залізниці завжди працюють за офіційно опублікованим розкладом. Дотримання розкладу – це обов'язок будь-якого залізничного перевізника.

- можливість варіювання розмірів руху – ключове завдання сучасних інфраструктур, яке забезпечує рух необхідного поїздопоток.

- сприяння підвищенню швидкості задля скорочення часу у дорозі – основна вимога користувачів до громадського транспорту.

- покращення безпеки. Безпека завжди залишається основним параметром перевезення.

- забезпечення якості перевезення і комфорту. Одним з основних якостей залізничного транспорту є пунктуальність. Найчастіше це є єдиною відмінністю залізниць від інших видів транспорту.

Для досягнення зазначених цілей необхідно постійно переглядати роль систем, що задіяні в управлінні рухом з урахуванням їх регіональних особливостей [2].

При наукових дослідженнях запропоновано модель оптимізації перевізного процесу на дільницях ВШМ на основі прогнозного графіку руху поїздів. Для цього розроблено заходи з подальшого розвитку функціонального складу мікропроцесорних систем диспетчерської централізації з метою врахування змінних параметрів перевізного процесу, зокрема, маси поїздів, потужності тягових засобів, тимчасових обмежень швидкості на коліях тощо [3, 4].

Проблемі організації руху в різних регіонах на базі єдиних принципів і технічних рішень присвячена область технічного регулювання на залізничному транспорті.

Технічне регулювання залізничного транспорту в ЄС базується на двох директивах: Директива 96/48/ЕС та Директива 89/106/ЕС. Ці директиви, присвячені питанням експлуатаційної сумісності систем залізничного транспорту різних виробників в різних частинах Європи та складають основу концепції технології централізованого контролю і управління рухом поїздів на ВШМ.

[1] Калашнікова, Т.Ю. Визначення найкращої моделі використання високошвидкісних магістралей для залізниць України [текст]: Т.Ю. Калашнікова, Ю.М. Чередніченко // Збірник наукових праць УкрДУЗТ, 2016. – Вип. 162. – С. 177–182.

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

[3] Долгополов, П.В. Удосконалення диспетчерського керівництва дільниці на основі прогнозного моделювання перевізного процесу [текст]: П.В. Долгополов, Т.В. Головка, Т.В. Галишинець, І.А. Іванова // Вісник НТУ «ХПІ». – 2015. – Вип. 49(1158). – С. 36–39.

[4] Долгополов, П.В. Удосконалення високошвидкісного руху на залізничній дільниці в умовах диспетчерської централізації [текст]: П.В. Долгополов, Д.В. Суховецька // Збірник наукових праць УкрДУЗТ. – Харків: УкрДУЗТ, 2016. – Вип. 164. – С. 84–89.

**ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ РУХУ ПОЇЗДОПОТОКІВ МІЖ  
СОРТУВАЛЬНИМИ СТАНЦІЯМИ В УМОВАХ ВЕРТИКАЛЬНОГО  
РОЗДІЛЕННЯ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОМПАНІЇ**

**RESEARCH OF TRAIN TRAFFIC SYSTEMS BETWEEN  
CLASSIFICATION YARDS UNDER CONDITIONS OF VERTICAL  
SEPARATION OF A RAILWAY COMPANY**

*Док. техн. наук А.В. Прохорченко, асистент М.Є. Щербина  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*A. Prokhorchenko, Doctor of Technical Science, Professor,  
M. Shcherbyna, Assistant  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Один з етапів реформування залізничної галузі України передбачає вертикальне розділення залізничної компанії АТ «Укрзалізниця». За таких умов зміниться операційна модель залізничних підрозділів [1]. Відокремлення оператора інфраструктури від підрозділу, що здійснює перевезення, призведе до необхідності руху поїздопотоків за чітко визначеним графіком руху в умовах роботи сортувальних станцій за системою відправлення поїздів “за готовністю”. В таких умовах важливим є вирішення завдання планування руху вагонопотоків в мережі між сортувальними станціями без збільшення вагоно-годин простоїв готових составів та з урахуванням руху поїздопотоків інших приватних перевізників [2].

Одним із напрямків вирішення даного завдання є проведення дослідження для пошуку ефективних систем руху поїздопотоків між сортувальними станціями. В роботі запропоновано порівняти експлуатаційні показники системи “за готовністю” з системою руху поїздів за чітко визначеним графіком. Виявлені переваги та недоліки різних систем руху поїздопотоків, що дозволило удосконалити процес планування роботи сортувальних станцій. Основною вимогою до якого повинно бути синхронізація графіку руху між сортувальними станціями на сітьовому рівні. Найбільш прийнятними показники отримано при застосуванні диференційованих вагових норм поїздопотоків між сортувальними станціями для утримання стабільності розладів руху поїздів [3].

Подальші дослідження в даному напрямі дозволять підвищити ефективність роботи сортувальних систем, що належать оператору інфраструктури, покращити ефективність використання пропускнуої спроможності та прискорить рух поїзних формувань компаній-перевізників різних форм власності.

[1] Бейнчмаркінговий аналіз операційної моделі залізничних перевезень вантажів вагонними відправками / Прохорченко А.В., Щербина М.Є., Бантюкова Н.С. // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2019. - №4 (додаток). – С.55.

[2] Prokhorchenko A., Parkhomenko L., Kyman A., Matsiuk V., Stepanova J. Improvement of the technology of accelerated passage of low-capacity car traffic on the basis of scheduling of grouped trains of operational purpose / Procedia Computer Science. 2019. №149. P. 86-94.

[3] Аналіз методів моделювання розповсюдження затримок поїздів у графіку руху поїздів / Прохорченко А.В., Білокудря В.В., Масалов О.А. // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2018. – №. 4(додаток). – С. 70-71.

**УДК 656. 22**

## **ФОРМУВАННЯ КОНЦЕПЦІЇ ВПРОВАДЖЕННЯ ПРИВАТНОЇ ЛОКОМОТИВНОЇ ТЯГИ НА МЕРЕЖІ АТ «УКРЗАЛІЗНИЦІ»**

### **FORMATION OF THE CONCEPT OF IMPLEMENTATION OF PRIVATE LOCOMOTIVE TRUCK ON THE NETWORK OF JSC "UKRZALIZNITSA"**

*Д-р. техн. наук, професор Т.В. Бутько, аспірант С.В. Харланова  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*Dr. Sc., professor T.V. Butko, post graduate S.V. Kharlanova  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Вантажні перевезення на мережі АТ «Укрзалізниця» – є одним з ключових аспектів у роботі всієї галузі. На даний час, дуже гостро постало питання щодо нестачі локомотивної тяги для перевезення існуючих обсягів вантажів. Зношеність тягового рухомого складу сягає у середньому 90%, термін служби деяких локомотивів перевищений у двічі.

Наприкінці 1990-х років в Україні було прийнято рішення про допуск приватних вагонів до вантажних залізничних перевезень. Завдяки цьому рішення українська залізниця досі перевозить вантажі, продукція українських виробників доставляється до споживачів і залізничний транспорт загалом не втратив своїх позицій, як надійний перевізник масових вантажів. Близько двох третин від усіх вагонів, що курсують сьогодні на «Укрзалізниці», є приватними.

Наразі у сегменті локомотивної тяги склалася схожа ситуація. З 2014-го по 2019 роки парк робочих локомотивів «Укрзалізниці» скоротився на 10% – з 2094 до 1843 одиниць. «Укрзалізниця» виконує план капітальних інвестицій у кращому разі на 60-70%. Велика частина цих невиконаних планів припадає саме на локомотиви. Тобто купується і ремонтується менше локомотивів, ніж потрібно [1]. Це все призводить до ускладнення організації перевізного процесу; значного часу простою вагонів на сортувальних станціях або станціях примикання; збільшення часу на формування та переформування поїздів. Все це в підсумку призводить до збільшення часу обороту вагонів та значних витрат підприємства на залізничні перевезення [2].

Згідно прийнятої угоди про Асоціацію з ЄС, щодо розвитку залізничного транспорту України, визначено термін допуску приватної локомотивної тяги та створення конкурентного ринку, у вантажних залізничних перевезеннях.

Впровадження приватної тяги дозволить покращити ситуацію у сфері вантажних перевезень, скоротити непродуктивні простой составів, дозволить підвищити пропускну спроможність на всіх дільницях.

Головним аспектом, який потрібно враховувати – це те, що контроль за виконанням усіх операцій та складання добових планів графіків, повинен залишитись за АТ «Укрзалізниця». Це дозволить уникнути транспортного колапсу, через вихід на колії загального користування більшої кількості локомотивів. Усі приватні локомотиви повинні відображатися на автоматизованих робочих місцях поїзного диспетчера, чергового по станції, маневрового диспетчера, аби оперативні працівники чітко та своєчасно змогли скорегувати графік руху, отримати усю необхідну інформацію, щодо приватних локомотивів та локомотивних бригад, часу проходження останнього ТО, та інше.

Зазначені підходи потребують розробки та формування сучасних інтелектуальних технологій, що забезпечать контроль за приватними локомотивами.

Вищезазначені підходи стануть особливо актуальними, при збільшенні обсягів перевізної роботи на залізничних напрямках, де в теперішній час особливо гостро проявляється ефект першої та останньої милі [3].

Таким чином, впровадження недискримінаційного доступу до залізничної інфраструктури разом з приватною локомотивною тягою надасть АТ «Укрзалізниця» можливість підвищити свою конкурентоспроможність на транспортному ринку.

[1] Володимир Гусак: «Укрзалізницю» потрібно розділити на вісім компаній» URL: <https://gmk.center/ua/interview/volodimir-gusak-ukrzeliznicju-potribno-rozdiliti-na-visim-kompanij/> (дата звернення 15.12.2019)

[2] Очкасов О.Б., Шепотенко А. П. Перспективи використання локомотивів промислових підприємств для перевезення вантажів в напрямку морських портів. *Перспективи взаємодії залізниць та промислових підприємств: Тези 6-ї Міжнародної науково-практичної конференції (Дніпро, 29-30 листопада 2017 р.)* – Дніпро.: ДНУЗТ, 2017. С 116-118 URL: [http://diit.edu.ua/upload/files/shares/Sbornik\\_2017\\_gotovo.pdf](http://diit.edu.ua/upload/files/shares/Sbornik_2017_gotovo.pdf) (дата звернення 14.12.2019)

[3] Butko T., Kostiennikov O., Parkhomenko I., Prokhorov V., Bogomazova G., Forming an automated technology to manage freight transportation along a direction. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. №1/3(97).P. 6-13.

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ ПОЇЗДІВ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ  
ТРАНСПОРТІ УКРАЇНИ В УМОВАХ РЕФОРМУВАННЯ**

**MAKING TRAFFIC SAFETY IN RAILWAY TRANSPORT OF  
UKRAINE IN THE CONDITIONS OF REFORM**

*Канд. техн. наук Г.О. Прохорченко*

*Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*H. Prokhorchenko, PhD (Tech.)*

*Ukrainian state university of railway transport (Kharkiv)*

Забезпечення безпеки руху поїздів на залізничному транспорті України в умовах реформування є одним із пріоритетних напрямків розвитку залізничної галузі. Безпека руху поїздів безпосередньо впливає на схоронність вантажів, локомотивного і вагонного парків, цілісність залізничної інфраструктури, а також здоров'я та життя користувачів залізничного транспорту.

Питанню забезпечення безпеки руху поїздів завжди приділяється багато уваги та в умовах реформування АТ «Укрзалізниця» ставить собі за мету досягнення рівня безпеки руху відповідно до загальноприйнятих індикаторів безпеки Європейського Залізничного Агентства (ERA) [1]. На даний час на залізничному транспорті України сформована чітка система забезпечення руху поїздів, що включає постійне виявлення, оцінку та аналіз потенційних ризиків виробничої діяльності, а також застосування новітніх підходів до управління безпекою руху, яке спрямоване на зниження рівня травматизму та аварійності на залізницях. Завдяки застосуванню цих підходів за період 2015-2018 рр. спостерігається стала тенденція зменшення кількості транспортних подій на залізницях України. Так, в 2018 р. загальна кількість транспортних подій склала 481, що на 60 випадків менше, ніж у 2017 р. (541) та на 121 випадок менше, ніж у 2015 р. (602). Однак, незважаючи на загальне покращення стану безпеки руху, на Львівській залізниці відбулося зростання кількості транспортних подій – 86 у 2018 р., тоді як у 2017 р. сталося 78 транспортних подій, що на 8 випадків більше [2].

Проаналізувавши причини транспортних подій, виявлено, що у 2018 р. збільшилась кількість випадків: саморозчеплення або розрив автозчепу у пасажирських і вантажних поїздах; порушення розміщення та кріплення вантажу, що призвело до зміщення вантажу за встановлений габарит навантаження; несвоєчасне закінчення робіт у «вікно», що призвело до затримки поїздів; вихід рухомого складу на перегін, тобто з вини працівників різних господарств.

Отже, забезпечення сталого рівня безпеки руху поїздів та його підвищення вимагає комплексної взаємодії працівників всіх ланок перевізного процесу та впровадження наступних заходів: підвищення рівня кваліфікації працівників

залізничного транспорту, особливо пов'язаних з рухом поїздів; впровадження інноваційних технологій в управління перевізним процесом, в т.ч. автоматизованих систем управління ризиками в перевізному процесі; впровадження нових підходів щодо прогнозування рівня надійності перевезень та виникнення транспортних подій на залізничному транспорті на основі інтелектуальних технологій.

[1] Стратегія АТ «Укрзалізниця» на 2019-2023 роки. *Офіційний сайт Укрзалізниці*: веб.сайт. URL: [https://www.uz.gov.ua/files/file/about/documents/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D1%96%D1%8F-5-Typography%20\(%D1%83%D0%BA%D1%80\).pdf](https://www.uz.gov.ua/files/file/about/documents/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D1%96%D1%8F-5-Typography%20(%D1%83%D0%BA%D1%80).pdf) (дата звернення 15.12.2019).

[2] Інтегрований звіт АТ «Укрзалізниця» за 2018 рік. *Офіційний сайт Укрзалізниці*: веб.сайт. URL: [https://www.uz.gov.ua/files/file/Book%20UZ\\_18\\_Final\\_\(new\).pdf](https://www.uz.gov.ua/files/file/Book%20UZ_18_Final_(new).pdf) (дата звернення 15.12.2019).

**УДК 656.2**

**УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНОЇ  
ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ ІДЕЇ ПРО  
ПОСТІЙНУ ГАРМОНІЗАЦІЮ РОЗВИТКУ ЗАЛІЗНИЧНОГО  
ТРАНСПОРТУ ІЗ ПОЛОЖЕННЯМИ ТЕОРІЇ СИСТЕМ**

**IMPROVEMENT OF THE ORGANIZATION OF THE WORK OF THE  
RAILWAY TRANSPORT SYSTEM OF UKRAINE ON THE BASIS OF THE  
IDEA OF THE PERMANENT HARMONIZATION OF THE  
DEVELOPMENT OF THE RAILWAY TENORIST**

*канд. техн. наук О. М. Ходаківський  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*О. М. Khodakivskyi PhD (Tech.)  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

У відповідності до Транспортної стратегії України до 2020 року реформування залізничного транспорту загального користування повинно було здійсненним, серед іншого, шляхом [1]: оптимізації організаційної структури залізничного транспорту; розмежування господарських функцій та функцій з державного управління у галузі залізничного транспорту; утворення урядового органу залізничного транспорту; залізничними перевезеннями через головний і регіональні центри управління, централізації управління рухом поїздів; створення вертикально-інтегрованої системи господарського управління залізничним транспортом; забезпечення залізниць рухомим складом, здатним істотно підвищити техніко-технологічні показники; модернізації залізничних ліній за напрямками міжнародних транспортних коридорів; забезпечення розвитку опорних сортувальних станцій; оптимізації графіка руху поїздів та порядку формування вагонопотоків тощо.



У відповідності до Транспортної стратегії України до 2030 року реформування залізничного транспорту загального користування повинно бути здійснено, серед іншого, шляхом [2]: забезпечення розвитку транспортної інфраструктури відповідно до стандартів ЄС, зокрема удосконалення функціонування пунктів пропуску через державний кордон; розмежування регуляторних та управлінських функцій; оптимізації та покращення управління державними ресурсами; завершення структурної реформи ПАТ “Укрзалізниця”, зокрема запровадження вертикально-інтегрованої системи управління з належним стратегічним плануванням ресурсів в короткостроковій перспективі, а також забезпечення відокремлення оператора інфраструктури від вантажних та пасажирських перевізників; лібералізація ринку залізничних перевезень на основі рівноправного доступу до залізничної інфраструктури та справедливої конкуренції між перевізниками; структурна реформа ПАТ “Укрзалізниця” — фінансове та організаційне розділення оператора інфраструктури та перевізника тощо.

На основі дослідження цих двох Транспортних стратегій можемо зробити висновок про те, що частина невирішених проблем транспортної галузі є повторюваними, певною мірою, постійними. На нашу думку, такий характер цієї частини проблем обумовлений теж повторюваним, певною мірою, постійним не застосуванням положень теорії систем для розвитку, у необхідній для транспортної галузі мірі. Такі поняття теорії систем, як норма стану, поведінка залізничної транспортної системи майже відсутні в сучасних нормативних документах по розвитку. Таким чином, удосконалення організації роботи залізничної транспортної системи України на основі ідеї про постійну гармонізацію розвитку залізничного транспорту із положеннями теорії систем є резервом для підвищення ефективності залізничної транспортної системи.

- [1] ТРАНСПОРТНА СТРАТЕГІЯ УКРАЇНИ НА ПЕРІОД ДО 2020 РОКУ [Електронний ресурс]: Режим доступу до ресурсу: [https://mtu.gov.ua/files/transport\\_strategy\\_ua.pdf](https://mtu.gov.ua/files/transport_strategy_ua.pdf). - (Дата звернення: 15. 12. 2019);
- [2] Транспортна стратегія України на період до 2030 року [Електронний ресурс]: [схвалена Кабінетом Міністрів України 30 травня 2018 р. № 430-р]. Режим доступу до ресурсу: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-shvalennya-nacionalnoyi-transportnoyi-strategiyi-ukrayini-na-period-do-2030-roku> . - (Дата звернення: 15. 12. 2019);
- [3] Лекції по дисципліне «Общая теория систем» [Електронний ресурс]. - Режим доступу : <http://edushkola.ru/docs/index-725091.html>. - Назва з екрана. - (Дата звернення: 15. 12. 2019);
- [4] Butko T.V. Formation of an automated traffic capacity calculation system of rail networks for freight flows of mining and smelting enterprises // S.V. Panchenko, T.V. Butko, A. Prokhorchenko, L.O. Parkhomenko / Scientific Bulletin of National Mining University, 2016. – Vol. 2. – P. 93–98.
- [5] Stawiarska, E The Impact of Intelligent Transportation System Implementations on the Sustainable Growth of Passenger Transport in EU Regions [Електронний ресурс] / Stawiarska E.; Sobczak P. - Sustainability. – 2018. - 10, 1318. - Режим доступу до ресурсу: <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/5/1318> . - (Дата звернення: 15. 12. 2019).

**РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ  
УПРАВЛІННЯ ПАСАЖИРОПОТОКАМИ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ  
ВОКЗАЛІ**

**DEVELOPMENT OF THE DECISION SUPPORT SYSTEM FOR  
MANAGEMENT PASSENGER TRAFFIC ON RAILWAY STATION**

*Д-р. техн. наук. А.В. Прохорченко, магістрант М.Д. Ломотько  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*A. Prokhorchenko, Dr.Sc. (Tech.), M. Lomotko, magistrate  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Одним із напрямків удосконалення обслуговування пасажирів на залізничних вокзалах є впровадження ефективної системи орієнтування пасажирів. Для якісної побудови системи орієнтування важливим є застосування систем підтримки прийняття рішень (СППР) для управління пасажиропотоками на залізничних вокзалах України.

Для вирішення поставленого завдання в роботі запропоновано дослідити класифікацію та архітектуру систем підтримки прийняття рішень. На основі проведених досліджень запропоновано пасивну СППР з використанням настільного дворівневого сховища даних у взаємодії з системою АСК ПП УЗ [1,2]. Досліджена посадова інструкція чергового по вокзалу та запропоновано встановити СППР на його робочому місці [3]. Черговий по вокзалу виконуватиме наступні функції: часткове управління мобільним додатком та системою сповіщення пасажирів через монітори на платформах і приміщеннях вокзалу. Пасивна СППР з використанням настільного дворівневого сховища даних у взаємодії з системою АСК ПП УЗ працює майже автоматично, втручання в систему чергового по вокзалу мінімальне [4]. Розроблено архітектуру, функціональну схему СППР для залізничного вокзалу Харків-Пасажирський. Ця система дозволяє з'єднати етапи управління на вокзалі починаючи від чергового по вокзалу і закінчуючи пасажиром, і покращити рівень сервісу.

Отже, запропонована СППР на залізничних вокзалах України дозволить зменшити час на посадку пасажирів в поїзда, підвищити якість обслуговування та безпеку пасажирів на платформах залізничних вокзалів. Як наслідок збільшиться доходи філії «Пасажирська компанія» АТ «Укрзалізниця».

[1]-Power J. D. Decision Support Systems: Concepts and Resources for Managers [Text]. Quorum Books. Westport, CN, 2002. – 251 p.

[2] Комп'ютерні системи підтримки прийняття рішень [Текст] : навчальний посібник / П. І. Бідюк, О. П. Гожий, Л. О. Коршевнюк - Миколаїв: ЧДУ імені Петра Могили. 2012 – 382с.

[3] Чергового по вокзалу. Посадова інструкція. Режим доступу: [https://www.borovik.com/index\\_instruction.php?Gins=298&lang\\_i=1](https://www.borovik.com/index_instruction.php?Gins=298&lang_i=1). (дата звернення: 17.12.2019);

**УДК 656.2**

**УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНИХ СТАНЦІЙ ЗА  
РАХУНОК КОМБІНАТОРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ  
ФОРМУВАННЯ ПОЇЗДІВ**

**IMPROVEMENT OF MARSHALLING YARDS OPERATION DUE TO  
COMBINATORIAL OPTIMIZATION OF THE TRAIN FORMATION  
PROCESS**

*канд. техн. наук В.М. Прохоров, інженер Ю.А. Рябушка  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*V.M. Prokhorov, PhD (Tech.), Yu.A. Riabushka, engineer  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

У сучасних умовах на українській залізниці планується введення режиму рівноправного недискримінаційного доступу до залізничної інфраструктури для всіх учасників перевізного процесу. Паралельно з цим розробляються проекти документів для надання дозволів на використання приватного тягового рухомого складу на магістральних лініях АТ «Укрзалізниця». Ці процеси неминуче приведуть до виникнення в Україні приватних операторів вантажних залізничних перевезень.

І якщо той факт, що кожен учасник транспортного ринку може претендувати на певну частку пропускнуої спроможності ліній на основі аукціону є певним чином зрозумілим, то механізми доступу до інших не менш необхідних при організації перевізного процесу об'єктів залізничної інфраструктури залишаються поза увагою дослідників.

Одним із таких об'єктів є сортувальні станції. Слід зазначити, що за умов існування декількох операторів вони вже не зможуть функціонувати за існуючим технологічним процесом. Отже, незалежно від юридичних та адміністративних процедур доступу, які будуть прийняті, постають складні технологічні задачі, які необхідно буде вирішувати.

Таким чином, першочерговою для кожного оператора постає задача сортування вагонів та розформування/формування составів на сортувальних станціях в умовах, коли або час використання сортувальних пристроїв станції або їх потужність є жорстко обмеженими. Така ситуація потребуватиме від операторів розроблення нових технологій обробки вагонопотоків на сортувальних станціях з урахуванням як місцевих умов станції так і особливостей організації перевізного процесу компанії-оператора. За таких умов, однією з першочергових загальних технологічних задач, яка повинна

бути вирішеною на шляху створення такої технології, є задача управління процесом розформування/формування поїздів на сортувальній станції, яке здійснює оператор в умовах виділення йому частини колій сортувального парку, кількість яких є меншою за кількість призначень, а також наявності часових слотів для доступу до сортувальних пристроїв станції, таких як сортувальна гірка.

Мета постановки і вирішення даної задачі полягає не лише в тому, що необхідно формалізувати процес пошуку послідовності маневрових переміщень для досягнення певної цілі. Складність даної задачі полягає в необхідності врахування прогнозованої інформації про час прибуття поїздів і кількість вагонів по призначеннях у їх складі. Отже необхідно відшукати не лише послідовність виконання операцій, а й визначити час початку деяких з них, таких як, наприклад, початок розформування «тимчасового поїзда» [1]. Складність формалізації даної задачі, а також комбінаторна складність при відшукуванні оптимального рішення, дозволяють стверджувати, що її постановку і вирішення доцільно здійснювати в рамках підходу інтелектуального планування. До того ж дана задача буде мати практичну цінність лише за умови врахування реальних виробничих обмежень, таких як кількість та місткість сортувальних колій [2], кількість та довжина маневрових витяжок та багато інших обмежень.

Враховуючи те, що в даній задачі значну складність представляє описання як цілей так і домену планування, а також її вирішення представляє значну обчислювальну складність в умовах реальної сортувальної станції, розроблено оригінальний планувальник який використовує математичний апарат генетичних алгоритмів.

[1] Kreuger P., Aronsson M. Railyard Shunting: A Challenge for Combinatorial Optimisation. *ERCIM News*. 2007. №68. P. 23–25.

[2] Butko T. V., Prokhorchenko A. V., Kyman, A. (). Formalization of the technology of arranging tactical group trains. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2015. №4/3 (76). P. 38–43.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВЕЛИЧИНИ РЕЗЕРВУ ЧАСУ НА  
НАДІЙНІСТЬ ГРАФІКА РУХУ ПОЇЗДІВ**

**RESEARCH INFLUENCE OF TIME RESERVATION ON THE  
RELIABILITY OF TRAIN SCHEDULE**

*Док. техн. наук А.В. Прохорченко<sup>1</sup>, В. В. Білокудря<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*<sup>2</sup>Регіональна філія “Південна залізниця” АТ Укрзалізниця (м. Харків)*

*A. Prokhorchenko<sup>1</sup>, D.Sc. (Tech.), V. Bilokudrya<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

*<sup>2</sup>Regional Branch "Southern Railway" JSC Ukrzaliznytsya (Kharkiv)*

Одним із напрямів поліпшення показників точності та надійності графіка руху поїздів (ГРП) за рахунок згладжування наслідків порушення нормативного розкладу руху є закладання у планові елементи технології пропуску поїзда резерву часу. Даний резерв часу може зменшити ризики затримки поїздів відносно заданого розкладу руху [1]. Однак, встановлення величин резерву часу та способів їх розподілу у графіку руху є складним завданням, що потребує теоретичного обґрунтування.

В роботі проведено аналіз існуючих підходів щодо встановлення резервів часу у графіку руху поїздів на залізницях з різними системами руху поїздопотоків [2,3]. Виявлені недоліки, які не дозволяють встановити необхідні розміри резервів у нитці для конкретної категорії поїздів, які мають різний пріоритет. Для залізничної системи України майже відсутні методи моделювання поширення затримок поїздів у графіку руху поїздів з урахуванням взаємозалежності ниток графіка на всій залізничній мережі. Для усунення виявлених недоліків в роботі при дослідженні впливу величини резерву часу на надійність графіку руху поїздів використати епідеміологічну SIR-модель (англ., “Susceptible–Infected–Removed model”) на комплексних мережах [4]. Для підвищення точності моделювання знайдені основні параметри моделі на основі статистичних досліджень показників виконаних графіків руху поїздів. Отримані результати моделювання показали високу перспективність даних досліджень.

Застосування такого підходу в подальшому дозволить знаходити найбільш ефективні стратегії розподілу резервів часу на дільницях мережі, що значно підвищить надійність виконання ГРП.

[1] Vromans, M.J.C.M. Reliability of Railway Systems [Text]: PhD thesis / M.J.C.M. Vromans. – Erasmus University Rotterdam, 2005 – 258 p.

[2] UIC leaflet 406 R, Capacity. UIC International Union of Railways, France, 2e édition. – Version traduite. List of recent publications, 2013 – 60 p.

[3] Інструкція з розрахунку наявної пропускної спроможності залізниць України ЦД-0036 затвердженої наказом Укрзалізниця від 14 березня 2001 р. № 143/Ц: навч.-метод. посіб. / О.Ф. Вергун, Н.В. Липовець, В.М. Боголій. – К.: Транспорт України, 2002. – 376 с.

[4] SEIQR-SIS Epidemic Network Model and its stability / W. Jumpen, S. Orankitjaroen, P. Boonkrong, B. Wiwatanapataphe // International journal of mathematics and computers in simulation. – 2011. – Issue 4, Vol. 5. – P. 326-333.

**УДК 656.22**

## **ПРОГНОЗУВАННЯ ТРИВАЛОСТІ ПРОСЛІДУВАННЯ ВАНТАЖНОЇ ВІДПРАВКИ ЧЕРЕЗ СОРТУВАЛЬНУ СТАНЦІЮ**

### **FORECASTING THE DURATION OF TRACKING WAGONLOAD FREIGHT THROUGH THE MARSHALLING YARD**

***А. С. Панченко***

*Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна (м. Харків)*

***A. Panchenko,***

*V. N. Karazin Kharkiv National University (Kharkiv)*

Операційна модель залізничного транспорту загального користування України має значний ступінь невизначеності перевізного процесу перевезень вантажів. В умовах системи руху дільничних поїздопотоків в мережі за принципом відправлення за готовністю ускладнюється можливість передбачення часу початку операцій в ланцюгу перевезення до місця призначення. Це призводить до збільшення операційних витрат залізничної системи у порівнянні з залізницями з системою руху поїздопотоків за розкладом [1]. Для підвищення конкурентоспроможності залізничної системи з рухом поїздів без дотримання розкладу руху важливим є вирішення науково-прикладного завдання щодо створення методів розрахунку сповіщення очікуваного часу прибуття (англ., Estimated Time of Arrival, ETA). ETA - це періодичні сповіщення про стан руху відправки у поїзді, що включає очікуваний час прибуття в пункт призначення [2].

Для вирішення даного завдання запропоновано розробити метод прогнозування найбільш складного і непередбачуваного етапу в перевізному процесі - прослідування вантажної відправки через сортувальну станцію. Проведено дослідження впливу різних факторів на тривалість знаходження вагонних відправок в сортувальній системі з використання кореляційного аналізу. Розроблено математичну модель прогнозування тривалості прослідування вагонної відправки через сортувальну станцію на основі методу машинного навчання – випадкових дерев (англ., random forest) [3]. Розроблено програмний продукт на базі мови програмування Python [4]. Проведені експериментальні дослідження на даних роботи позакласної сортувальної

станції на мережі України, які довели можливість отримати прийнятні результати прогнозування для задач такого класу.

Практичною цінністю дослідження є можливість застосування розробленого методу прогнозування ЕТА для вантажної відправки в автоматизованих системах планування перевезеннями.

[1] Prokhorchenko, A., Panchenko, A., Parkhomenko, L., Nesterenko, G. Muzykin M. Prokhorchenko, H., Kolisnyk, A. Forecasting the estimated time of arrival for a cargo dispatch delivered by a freight train along a railway section / Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2019. Vol.3.3(99). P. 30-38.

[2] Estimated time of arrival (ETA programme) [Electronic resource]: [RNE] – Electronic data. – AET Papers Repository. – Mode of access: World Wide Web: <http://www.rne.eu/tm-tpm/estimated-time-of-arrival/> (viewed on April 2, 2019). – Title from the screen.

[3] Breiman, L. Random Forests. Machine Learning. 2001. – Vol.45 (1). – P. 5-32.

[4] Building Machine Learning Systems with Python / Willi Richert, Luis Pedro Coelho // Published by Packt Publishing Ltd. 2013. 271.

**УДК 343.98**

## **ЗАКОНОДАВЧІ АСПЕКТИ ТЕХНОЛОГІЇ ТРАНСПОРТУВАННЯ ОТРУЙНИХ РЕЧОВИН**

## **LEGAL ASPECTS OF TECHNOLOGY OF TRANSPORT OF TOXIC SUBSTANCES**

*канд. юрид. наук Д.В. Галкін, канд. юрид. наук О.М. Галкіна  
Харківський національний університет внутрішніх справ (м. Харків)*

*D.V. Halkin, PhD (Law), O.M. Halkina, PhD (Law)  
Kharkiv National University of Internal Affairs (Kharkiv)*

На даний час існує необхідність у перевезенні залізничним транспортом великої кількості вантажів, зокрема небезпечних. Так як залізнична транспортна система є невід'ємною частиною мегасистеми взаємодії з довкіллям, її функціонування за певних умов може створювати ситуації, що загрожують екологічному стану і життєдіяльності людини. Отруйність – це властивість деяких вантажів, які безпосередньо небезпечні для здоров'я та життя. Сила дії отруйних речовин визначається їх токсичністю, тому перевезенню даних вантажів слід приділяти особливу увагу, спираючись на показники безпеки та законодавчі аспекти. На сьогодні на законодавчому рівні термін «отруйні речовини» та їх перелік в Україні не визначені.

Даний термін був передбачений наказом Міністерства екології та природних ресурсів України від 30 липня 2002 року № 294 «Про затвердження Інструкції про розгляд заявок та надання дозволів на виробництво, зберігання, транспортування, використання, захоронення, знищення та утилізацію отруйних речовин, у тому числі продуктів біотехнології та інших біологічних агентів». Відповідно до даного наказу, отруйні речовини визначались як

небезпечні хімічні речовини та сполуки індивідуальні за своїм складом, суміші хімічних речовин та сполук, продукти їх розкладу та розпаду, які за сукупністю притаманних їм властивостей створюють або можуть створити небезпеку для довкілля, тварин та здоров'я людей, що може привести до загибелі об'єктів довкілля, тварин та людей, і, які потребують спеціальних методів, умов і засобів поводження з ними. Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України від 30 липня 2002 року № 294 втратив чинність на підставі Наказу Міністерства екології та природних ресурсів України від 30 липня 2013 року № 323.

Відповідно до пункту 5.4.2. Національного стандарту України ДСТУ 4500-1:2008 «Вантажі небезпечні», затвердженого наказом Державного комітету України з питань технічного регулювання та споживчої політики від 16 квітня 2008 року № 125, «отруйна речовина – це речовина (суміш речовин або розчин), яка у разі вдихання, потрапляння в шлунок та (або) у разі контакту зі шкірою здатна спричинити отруєння, смерть, травму або заподіяти шкоду здоров'ю людини».

Відповідно до пункту 4.1. Національного стандарту України ДСТУ 4500-1:2008 «Вантажі небезпечні», затвердженого наказом Державного комітету України з питань технічного регулювання та споживчої політики від 16 квітня 2008 року № 125, поняття «речовина» визначено як будь-який хімічний елемент або сполука хімічних елементів, що перебувають у природному стані чи отримані в результаті будь-якого виробничого процесу. Речовина може містити також домішки, необхідні для забезпечення стабільності продукту, та будь-які домішки, обумовлені використаним процесом, але не повинна містити розчинників, які можна відокремити без порушення стабільності речовини чи зміни її складу [1].

Відповідно до Наказу Міністерства екології та природних ресурсів України від 16 жовтня 2000 року № 165 «Про затвердження Переліку небезпечних властивостей та інструкцій щодо контролю за транскордонними перевезеннями небезпечних відходів та їх утилізацією/видаленням» отруйні (сильнодіючі) речовини визначені як речовини чи відходи, які, потрапляючи в середину організму через органи дихання, травлення або через шкіру, здатні викликати смерть людини чи справляти на неї сильний негативний вплив [2].

Перелік отруйних речовин, у тому числі продуктів біотехнологій та інших біологічних агентів, виробництво, зберігання, транспортування, використання, захоронення, знищення та утилізація яких здійснюються за наявності дозволу, був затверджений Постановою Кабінету Міністрів України від 20 червня 1995 року № 440, але дана Постанова втратила чинність відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України від 3 вересня 2014 року № 405.

Відповідно до статті 1 Закону України «Про об'єкти підвищеної небезпеки», «небезпечна речовина – це хімічна, токсична, вибухова, окислювальна, горюча речовина, біологічні агенти та речовини біологічного походження (біохімічні, мікробіологічні, біотехнологічні препарати, патогенні для людей і тварин мікроорганізми тощо), які становлять небезпеку для життя і здоров'я людей та довкілля, сукупність властивостей речовин і/або особливостей їх стану,



внаслідок яких за певних обставин може створитися загроза життю і здоров'ю людей, довкіллю, матеріальним та культурним цінностям.

З метою узагальнення наявного досвіду, вказаних понять та координації діяльності органів державної влади при вирішенні проблем, пов'язаних із формуванням поняття та переліку, а також механізму обігу і транспортування отруйних речовин, вважаємо за доцільне створити Міжвідомчу комісію як тимчасового консультативно-дорадчого органу Кабінету Міністрів України.

[1]. Про затвердження національних стандартів, внесення зміни до національного стандарту, скасування нормативного документа та внесення змін до наказів Держспоживстандарту від 11.12.2006 № 343, від 27.12.2006 № 375, від 17.10.2007 № 266, від 04.12.2007 № 341 та від 26.03.2008 № 101 : Наказ Державного комітету України з питань технічного регулювання та споживчої політики від 16.04.2008 р. № 125. *База даних «Законодавство України». Верховна Рада України:* [сайт]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0125609-08>.

[2]. Про затвердження Переліку небезпечних властивостей та інструкцій щодо контролю за транскордонними перевезеннями небезпечних відходів та їх утилізацією/видаленням: Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України від 16.10.2000 р. № 165. *База даних «Законодавство України». Верховна Рада України:* [сайт]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0770-00>.

## УДК 656.2

### **ФОРМАЛІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ КОНЦЕПЦІЇ ПОЄДНАННЯ ВАГОННИХ І ГРУПОВИХ ВІДПРАВОК У МАРШРУТ**

### **FORMALIZATION TECHNOLOGY OF CARGO TRANSPORTATION BY RAILWAY TRANSPORT OF UKRAINE ON THE BASIC CONCEPT OF CONNECTION OF SINGLE WAGON LOAD AND GROUP DEPOSITS IN THE ROUTE**

*докт.техн.наук А.В. Прохорченко, магістрант Н.С. Бантюкова  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*Professor, D.Sc. A.V. Prokhorchenko, Postgraduate N.S. Bantuykova  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

В умовах кризових явищ в операційній діяльності залізниці України відбуваються структурні зміни в попиті на вантажні перевезення. Спостерігається зниження обсягів перевезень, що спричинено відсутністю необхідного експлуатаційного парку локомотивів для освоєння попиту [1]. За таких умов пріоритетність надається маршрутним відправленням, що дискримінує перевезення вагонних і групових відправок на мережі. Однак для стабілізації обсягів перевезень важливим є пошук нових моделей перевезення вагонних і групових відправок, які дозволять зменшити витрати на першій та останній милі в ланцюзі перевізного процесу на залізничному транспорті [2].

Для вирішення поставленого завдання в роботі запропоновано формалізувати технологію перевезень вантажів залізничним транспортом

України на основі концепції поєднання вагонних і групових відправок у маршрути. Розроблено математичну модель, яка дозволяє мінімізувати витрати на рух поїздів та маневрову роботу на залізничній мережі з урахуванням обмежень на пропускну спроможність дільниць, переробну спроможність станцій та максимальну кількість вагонів у складі поїзда[3]. Розроблена математична модель передбачає пошук оптимальних варіантів об'єднання вагонних і групових відправок у наскрізні поїзди. Деталізовано процес формування-розформування поїздів на сортувальних станціях з прив'язкою кожного вагона до складу маршрутного поїзда, що дозволяє мінімізувати витрати на переформування та забезпечити новий сервіс для вантажовідправників – бронювання місця в складі наскрізного поїзда на етапі планування перевезень. Це дозволить зменшити кількість переформувань відправок при перевезенні, підвищити прогнозованість руху вагонних і групових відправок на залізничній мережі, і як наслідок, прискорити оборот вагонів.

[1] Нова концепція операційної моделі залізничних перевезень для вагонних і групових для залізничного транспорту України / А.В. Прохорченко, Н.С. Бантюкова // Інформаційно-куруючі системи на залізничному транспорті : Наук.тех.жур. / Укр. держ.акад. залізнич. трансп. – Х., 2018. – Вип. 31. – С. 45-46.

[2] Prokhorchenko, A., Panchenko, A., Parkhomenko, L., Nesterenko, G. Muzykin M. Prokhorchenko, H., Kolisnyk, A. Forecasting the estimated time of arrival for a cargo dispatch delivered by a freight train along a railway section / Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2019. Vol.3.3(99). P. 30-38.

[3] Optimizing the Cargo Express Service of Swiss Federal Railways [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:[http://www.redaktion.tuberlin.de/fileadmin/i26/download/AG\\_DiskAlg/FG\\_KombOptGraphAlg/preprints/2006/Report-028-2006.pdf](http://www.redaktion.tuberlin.de/fileadmin/i26/download/AG_DiskAlg/FG_KombOptGraphAlg/preprints/2006/Report-028-2006.pdf).

**УДК 656.2**

**УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНОЇ  
ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ  
ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНИМИ  
ПАСАЖИРСЬКИМИ ПЕРЕВЕЗЕННЯМИ**

**IMPROVEMENT OF THE ORGANIZATION OF THE WORK OF THE  
RAILWAY TRANSPORT SYSTEM OF UKRAINE ON THE BASIS OF  
INTELLECTUALIZATION OF THE MANAGEMENT OF MULTIMODAL  
PASAS**

*канд. техн. наук Є. В. Ходаківська*

*Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*E. V. Khodakivska PhD (Tech.)*

*Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

На основі аналізу теоретичного та практичного закордонного досвіду виявлено, що актуальним напрямком в організації пасажирських перевезень є використання сучасних інформаційних технологій [1].

Створення інтелектуальної транспортної системи (ІТС) – є одним з цих напрямків [2, 3]. На сьогодні, при організації пасажирських перевезень декількома видами транспорту в Україні найбільш відомими рішеннями удосконалення є: створення єдиного електронного квитка, організація пасажирських логістичних центрів (ПЛЦ), адаптація існуючих великих залізничних вокзалів під транспортно – пересадочні вузли (ТПВ) та ін. [4]. На нашу думку, для якісної та ефективної роботи пасажирського транспорту в єдиній транспортній системі України необхідно, по – перше об’єднати перелічені вище відомі рішення в єдину автоматизовану систему управління (АСУ) пасажирськими перевезеннями і по – друге, зробити цю АСУ інтелектуальною. Основні задачі, які запропоновано покласти в ІТС управління мультимодальними пасажирськими перевезеннями наступні:

- розробка перспективних напрямків мультимодальних пасажирських перевезень територією України;
- планування та прогнозування пасажиропотоку на мультимодальних напрямках;
- розрахунок оптимального часу пересадки у транспортних вузлах з урахування кількості пасажиропотоку, складності маршруту пересування та додаткових параметрів, наприклад, наявність людей з обмеженими фізичними можливостями;
- розробка єдиного графіку руху транспортних засобів, які беруть участь в мультимодальних пасажирських перевезеннях;
- оперативне корегування транспортних засобів на основі проведеного прогнозування для максимальної переробки пасажиропотоку;
- створення бази даних для користувачів (потенційних клієнтів) з метою отримання інформації щодо існуючих маршрутів, видів транспорту, які приймають участь в конкретному маршруті, часу та вартості поїздки, і як наслідок придбання квитка он-лайн на поїздку.

Для розробки та впровадження запропонованого удосконалення організації пасажирських мультимодальних перевезень необхідно що би приймали участь всі види транспорту. Це стосується і надання інформації щодо кількості пасажиропотоку на існуючих напрямках, розкладу руху, даних опитувань користувачів транспортних послуг та ін. Окрім того, для кожного виду транспорту необхідно буде провести корегування на звичайних маршрутах у зв’язку з організацією мультимодальних. Також відкритим залишаються питання щодо:

- державного регулювання мультимодальних перевезень пасажирів;
- розрахунку тарифів на перевезення та розподілу прибутку між видами транспорту;
- місця розташування головного центру ІТС управління мультимодальними пасажирськими перевезеннями;
- виділення коштів на побудову ПЛЦ та адаптацію вокзалів для організації пасажирських мультимодальних перевезень тощо.

В цілому впровадження в Україні ІТС управління мультимодальними перевезеннями пасажирів, як показує Європейський досвід – це

перспективний напрямок удосконалення Єдиної транспортної системи України, який надасть можливість підвищити рівень якості надання послуг з перевезення пасажирів, а також дозволить освоїти більшу кількість пасажиропотоків за рахунок використання потенціалів всіх видів транспорту. Як зазначено в роботі [5] необхідним є діалог про партнерство між усіма зацікавленими сторонами надання транспортних послуг, і щоб голос пасажирів теж був почутий при розробці оперативних ІТС. Тобто доцільно, в певних межах, обрати сучасний європейський напрямок на об'єднання – синергію, а не конкурування залізничного транспорту з іншими.

- [1] Біліченко, Н. О. Світовий досвід розвитку інтелектуальних транспортних систем [Електронний ресурс] / Н. О. Біліченко, С. В. Цимбал, Я. Ю. Крупський. - Режим доступу до ресурсу: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/21469/5175.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. - (Дата звернення: 06. 12. 2019);
- [2] Катерн, О. К Інтелектуальні транспортні системи як інструмент економічного зростання країни. [Електронний ресурс] / О. К. Катерн. - Режим доступу до ресурсу: <http://jrn1.nau.edu.ua/index.php/SR/article/viewFile/6719/7497>. - (Дата звернення: 06. 12. 2019);
- [3] Інтелектуальні транспортні системи – Rail Expo 2019 [Електронний ресурс]. - Режим доступу до ресурсу: <https://railexpoua.com/wp-content/uploads/2018/10/3.2.Сафаров.інтелектуальні-транспортні-системи.pdf>. - (Дата звернення: 06. 12. 2019);
- [4] Транспортна стратегія України на період до 2030 року [Електронний ресурс]: [схвалена Кабінетом Міністрів України 30 травня 2018 р. № 430-р]. Режим доступу до ресурсу: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-shvalennya-nacionalnoyi-transportnoyi-strategiyi-ukrayini-na-period-do-2030-roku>. - (Дата звернення: 06. 12. 2019);
- [5] Stawiarska, E The Impact of Intelligent Transportation System Implementations on the Sustainable Growth of Passenger Transport in EU Regions [Електронний ресурс] / Stawiarska E.; Sobczak P. - Sustainability. – 2018. - 10, 1318. - Режим доступу до ресурсу: <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/5/1318>. - (Дата звернення: 06. 12. 2019).

Секція  
ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ ТА ЛОГІСТИКА

УДК 656.212:656.225

**МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ КІЛЬКОСТІ ВАГОНІВ У  
МАРШРУТНИХ ПОЇЗДАХ**

**METHOD OF DETERMINING THE OPTIMAL NUMBER OF WAGONS IN  
ROUTE TRAINS**

*Є.І. Балака, канд. екон. наук, Д.В. Ломотько, доктор техн. наук,  
М.Є. Резуненко, канд. техн. наук  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*Ye.I. Balaka, PhD (Econ.), D.V. Lomotko, Doct. of techn. sciences,  
M. Ye. Rezenenko PhD (Tech.)  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

В теперішній час найбільш пекучою та невідкладною проблемою в роботі національної залізниці є вкрай незадовільний фінансово-економічний стан галузі. Виходячи з цього сталий економічний розвиток залізничної галузі потребує комплексного підходу. Вирішення цих питань неможливе без впровадження нових схем доставки вантажів не тільки за принципом "точно в строк", а з урахуванням надання послуг із зберігання вантажів, формування оптимальних партій відправки, забезпечення митного обслуговування тощо.

Це потребує від залізниці певних інноваційних рішень щодо змін у технології просування вагонопотоків і, насамперед, відправлень вантажів маршрутними поїздами, що дозволить скоротити питомі експлуатаційні витрати забезпечить вантажовласникам оптимальні умови перевезення, а залізниці – високий рівень конкурентоспроможності на транспортному ринку. Перевезення масових вантажів маршрутними поїздами забезпечує вантажовласнику зменшення транспортної складової в собівартості продукції, проте, для залізниці виникає питання щодо оптимальної кількості вагонів в такому поїзді, що, в свою чергу, створює умови для раціонального використання залізницею матеріальних, трудових і фінансових ресурсів. З огляду на це актуалізуються дослідження стосовно удосконалення методів визначення оптимального з економічної точки зору складу маршрутного поїзда для кожного окремого маршруту.

Концепція дослідження щодо визначення оптимального складу маршрутних поїздів як система початкових теоретичних положень базується на методі економічних компромісів між витратами, що пов'язані з кінцевим простоем вагонів при формуванні поїзда на станції відправлення та розформування поїздів на станції призначення та витратами, що пов'язані з рухом поїздів від

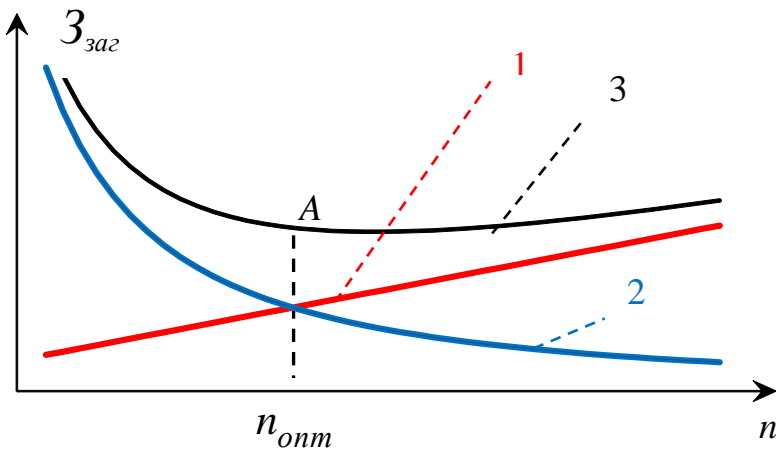
станції відправлення до станції призначення.

Витрати, що пов'язані з простоем вагонів при формуванні поїзда на станції відправлення і розформуванням поїзда на станції призначення, зростають при збільшенні кількості вагонів ( $n$ ) в поїзді. Графік цієї залежності наведений на рис. (лінія 1). Витрати, пов'язані з рухом поїздів від станції відправлення до станції призначення зменшуються в розрахунку на один вагон при збільшенні кількості вагонів в поїзді. Вони складаються з витрат на використання нитки графіку, витрат на використання інфраструктури технічних станцій та витрат на роботу локомотивів протягом маршруту слідування (лінія 2).

Оптимальна кількість вагонів буде відповідати мінімальному значенню функції, що отримана як сума витрат на формування, розформування та рух поїздів за окремим маршрутом слідування:

$$Z_{заг} = Z_{\phi} + Z_p + Z_{сф} + Z_{ср} + Z_{л.рух} + Z_{л.ст} + Z_{n.рух} + Z_{n.ст} + Z_{то} \rightarrow \min ,$$

де  $Z_{заг}$  – загальні питомі витрати на формування, розформування, технічний огляд та рух поїзду між станціями відправлення і призначення, грн./ваг.;  $Z_{\phi}$  – питомі витрати, що пов'язані з формуванням поїзда, грн./ваг.;  $Z_p$  – питомі витрати, що пов'язані з розформуванням поїзда, грн./ваг.;  $Z_{сф}$  – питомі витрати на використання інфраструктури на станції формування поїзда, грн./ваг.;  $Z_{ср}$  – питомі витрати на використання інфраструктури на станції розформування поїзда, грн./ваг.;  $Z_{n.рух}$  – питомі витрати на використання інфраструктури на перегоні при русі поїзда, грн./ваг.;  $Z_{n.ст}$  – питомі витрати на використання інфраструктури на перегоні при стоянці поїзда, грн./ваг.;  $Z_{л.рух}$  – питомі витрати, що пов'язані з роботою магістральних локомотивів при русі поїзда, грн./ваг.;  $Z_{л.ст}$  – питомі витрати, що пов'язані з роботою магістральних локомотивів при стоянці поїзда на перегонах, грн./ваг.;  $Z_{то}$  – питомі витрати на використання інфраструктури технічної станції при проведенні технічного і комерційного оглядів, грн./ваг.



Мінімальне значення  $Z_{заг}$  досягає в точці А на рис., в якій її перша похідна по  $n$  ( $\frac{dZ_{заг}}{dn}$ ) дорівнює нулю. Враховуючи умову додатності змінної величини  $n$ , отримуємо формулу для знаходження оптимальної кількості вагонів:

$$n_{opt} = \sqrt{\frac{2(3_4 t_3 + 3_2 \ell_2 t_4 m + 3_3 \ell_1 t_3 + 3_5 t_5 + 3_3 \ell_2 t_5)}{(3_1 + 3_2 \ell_2)(t_1 + t_2)}}.$$

Метод визначення оптимальної кількості вагонів у маршрутних поїздах адаптовано до щорічних офіційних даних про роботу АТ «Українська залізниця». Для заданих параметрів оптимальна кількість вагонів у маршрутному поїзді складає 46 од. Цей метод рекомендовано застосовувати не тільки для маршрутних відправок АТ «Укрзалізниця», але й для відправницьких маршрутів.

**УДК 656.1:654**

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ МІСТА ШЛЯХОМ ДОЦІЛЬНОСТІ ВІДКРИТТЯ МАРШРУТУ**

### **IMPROVEMENT OF THE ORGANIZATION OF A CITY TRANSPORT PROCESS BY THE SUITABILITY OF OPENING THE ROUTE**

***В.І. Стадник, канд. техн. наук О.С. Лиходій, канд. техн. наук О.П. Сакно,  
канд. техн. наук Т.М. Колеснікова***  
*ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» (м.  
Дніпро)*

***V.I. Stadnyk, O.S. Lykhodii, PhD (Tech), O.P. Sakno, PhD (Tech),  
T.M. Kolesnikova, PhD (Tech)***

*Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture (Dnipro)*

Необхідність логістичного підходу в практиці виробничої діяльності обумовлена насамперед переходом від ринку продавця до ринку покупця, який заставляє виробничі (розподільні) торгові системи гнучко реагувати на швидкі зміни пріоритети споживача [1].

Особливу увагу має концепція логістики в забезпеченні потреби в транспортних умовах [2]. Слід зазначити, що недостатня увага до цієї теми на даний час знижена якість роботи єдиної транспортної системи та її елементів.

Логістичний підхід до управління підприємствами автомобільного транспорту (ПАТ) визначає аналіз роботи внутрішньовиробничої логістичної системи на макро- і макрорівні. Макрорівень ПАТ є джерело матеріальних послуг – транспортні послуги. Макрорівень ПАТ забезпечує входження матеріального потоку до системи, проходження всередині неї та вихід з системи у вигляді матеріальних – транспортних послуг [3]. Таким чином, концепція логістики повинна забезпечити можливість постійного узгодження та взаємної корекції планів та дій щодо постачання, виробництва та збуту ланцюгів всередині підприємства.

Логістична система – це складна організаційно завершена (структурована) економічна система, яка складається з елементів матеріальних та попутних їм потоками. Це адаптована система зі зворотним зв'язком, що виконує ті чи інші логістичні функції (операції). Як правило, складається з кількох підсистем та має розвинені зв'язки зі зовнішнім середовищем.

Сукупність елементів, взаємопов'язаних між собою вхідними і вихідними даними, які виконують визначені функції з досягнення єдиної мети [4].

Якщо розглядати міський пасажирський транспорт, то метою для його діяльності буде задоволення потреб населення в перевезеннях.

Маршрутна система пасажирських перевезень складає наступні основні елементи:

- транспортна мережа;
- рухомий склад і режим руху;
- пасажиропотоки і кореспонденції.

Для вивчення попиту населення на перевезення на міських маршрутах використовується табличний метод обстеження пасажиропотоків і кореспонденцій [5]. Вивчення попиту населення на перевезення здійснюється на основі єдиного методичного та програмного забезпечення для засобів обчислювальної техніки, викладеного в Методиці вивчення попиту населення на пасажирські перевезення (додаток і Наказ Міністерства транспорту України № 21 від 21.01.1998 року). Вивчення пасажиропотоків проводиться ДержавтотрансНДІпроектотом та Транспортною академією України з обробкою та моделюванням вихідної інформації із застосуванням засобів обчислювальної техніки.

Техніко-економічне обґрунтування доцільності відкриття маршруту (за даними 2018 р. м. Дніпра, маршрут 146а [6]):

1. Доходи на один оборотний рейс – 618,7 грн.

Перевізник є платником ПДВ, тому 515,6 грн.

2. Витрати на один оборотний рейс

1) Заробітна плата водія:

$$ЗП_B = (t_{CT.B} / Y_{T.B.}) \cdot T_P = (15,2 / 0,5) \cdot 1,17 = 35,57 \text{ грн.} \quad (1)$$

Погодинна ставка водія ( $t_{cm.в}$ ):

$$t_{cm.в} = \frac{C_{зп}}{T_3} = \frac{4000}{262} = 15,2 \text{ грн/год.} \quad (2)$$

2) Витрати на паливо-мастильні матеріали:

$$\begin{aligned} ПММ &= 0,01 \cdot H_S \cdot L_P \cdot (1 + 0,01 \cdot K) \cdot 1,01 \cdot C_{Г} \cdot K_{CM} = \\ &= 0,01 \cdot 29 \cdot 22,4 \cdot (1 + 0,01 \cdot 15) \cdot 1,01 \cdot 27 \cdot 1,02 = 207,8 \text{ грн.} \end{aligned} \quad (3)$$

3) Витрати на заміну шин:

$$Ш_A = (N_{ш} \cdot L_P / (H_{E.ш} \cdot K_{ш})) \cdot C_{ш} = (6 \cdot 22,4 / (65000 \cdot 0,95)) \cdot 4000 = 8,7 \text{ грн.} \quad (4)$$

4) Рентабельність – 16,4%.

Таким чином, удосконалення організації транспортного процесу міста Дніпро можливо шляхом доцільності відкриття маршруту.



- [1] Корчагин В.А. Определение пассажиропотока на автобусном маршруте города / В.А. Корчагин, А.В. Гринченко, В.А. Суворов // Автотранспортное предприятие. 2006. Вып. 2. С. 38–42.
- [2] Гілевська К.Ю. Удосконалення організації роботи автобусів на маршруті за критеріями якості / Є.Г. Логачов, К.Ю. Гілевська // International Scientific and Practical Conference «WORLD SCIENCE» (Proceedings of the International Scientific and Practical Conference «Modern Scientific Achievements and Their Practical Application (October 20–21, 2015, Dubai, UAE)»). 2015. No 3(3), Vol. 1. PP. 63–67.
- [3] Платонова К.Ю. Мінімізація залучення перевізного ресурсу на маршруті міської пасажирської транспортної системи із урахуванням якості обслуговування пасажирів / Є.Г. Логачов, К.Ю. Платонова // Вісник Національного транспортного університету. К.: НТУ. 2004. Вып. 9. С. 169–173.
- [4] Шураков Я. П. Зарубежный опыт организации обслуживания пассажиров городским пассажирским транспортом / Я.П. Шураков // Автотранспортное предприятие. 2008. Вып. 9. С. 18–21.
- [5] Наказ Міністерства інфраструктури України № 480 від 15.07.2013 р. «Про затвердження Порядку організації перевезень пасажирів та багажу автомобільним транспортом».
- [6] Стадник В. І. Удосконалення організації транспортного процесу міста шляхом впровадження автоматизованої системи управління / Стадник В. І., Сакно О. П., Андрейченко В. І., Доля В. А., Меркотан С. В. // Наукові праці Міжнар. наук.-практ. конф. [«Новітні технології розвитку автомобільного транспорту»], [16-19 жовт. 2018 р.]. – Харків: ХНАДУ, 2018. – С. 185-187.

## **IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY OF OPERATION FOR DAUGAVPILS MARSHALLING STATION BY BUILDING THE NEW RECEIVING PARK**

## **ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ДЛЯ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ ДАУГАВПІЛЬС ШЛЯХОМ БУДІВНИЦТВА НОВОГО ПАРКУ ПРИЙОМУ**

*Oksana Ischuka<sup>1</sup>, Denis Lomotko<sup>2</sup>, Pavel Gavrilov<sup>3</sup>, Julija Freimane<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>*Institute of Riga Technical University, Azenes Street 12-316, Riga, Latvia, LV-1048, E-mail: oksieca@inbox.lv*

<sup>2</sup>*Ukrainian State University of Railway Transport, Feuerbach sq. 7, Kharkov, Ukraine, E-mail: den@kart.edu.ua*

<sup>3</sup>*Institute of Riga Technical University, Azenes Street 12-316, Riga, Latvia, LV-1048, E-mail: pavels.gavrilovs @ rtu.lv*

<sup>4</sup>*Institute of Riga Technical University, Azenes Street 12-316, Riga, Latvia, LV-1048, E-mail: julija.krepsa@gmail.com*

Целью работы являлось повысить конкурентоспособность железнодорожного транспорта за счет решения актуальной задачи – увеличить перерабатывающую мощность станции Даугавпилс путем строительства нового приемного парка, а также дополнительно оборудовать горку новой системой микропроцессорной горочной автоматической централизации [1].

В качестве объекта исследования рассматривалась технология работы сортировочной станции Даугавпилс, а предметом – её техническая оснащённость.

Станция Даугавпилс является узловой железнодорожной сортировочной станцией с комбинированным расположением парков, в состав которой входит как сортировочная станция, так и пассажирская станция [2]. Сортировочная станция Даугавпилс объединяет в себя три парка – приемоотправочный парк

“Р” и сортировочный парк “S”, которые расположены параллельно друг другу, а по отношению к сортировочному парку “S” парк отправления “D” расположен последовательно. На сортировочной станции имеется механизированная сортировочная горка, которая имеет четыре тормозных позиции. В будущем, учитывая снижение эксплуатационных расходов на установку и обслуживание тормозных позиций, предполагается установить оптимальное их количество [3], т.е. три тормозных позиции, которые будут оборудованы гидравлическими замедлителями.

Пассажирская станция Даугавпилс объединяет два парка – пассажирский парк “А” и парк местной работы “В”.

Для реконструкции сортировочной станции Даугавпилс принято решение построить новый парк приема, который будет располагаться последовательно сортировочному парку “S”.

Существующая технология работы этой станции предусматривает, что все поступающие транзитные поезда в расформирование принимаются и обрабатываются в парке “Р”. После их обработки в парке “Р” транзитные поезда с переработкой вытягиваются на вытяжной путь и надвигаются на сортировочную горку для расформирования. После накопления вагонов в сортировочном парке сформированный состав выставляют в парк “D”, которые потом отправляются из парка “D” в соответствии с графиком движения поездов.

Транзитные поезда без переработки принимаются в парк “Р”, а затем эти составы поездов переставляют в парк “D”. При большом объеме пропуска и переработки транзитных поездов разрешается с согласия старшего таможенника по смене и с разрешения поездного диспетчера принимать порожние транзитные поезда в парк “А”.

После строительства нового парка появиться другая специализация станционных парков по обработке транзитных поездов. Транзитные поезда с переработкой будут приниматься в этот новый парк приёма, а транзитные поезда без переработки – в парке “Р” или в парк “D”. Также в зависимости от поездной ситуации порожние поезда без переработки, которые прибывали в парк “А”, уже будут приниматься в парк “Р” или в парк “D”.

По результатам анализа статистических данных установлено, что число транзитных поездов без переработки составляет от 22 до 30 поездов, а транзитных поездов с переработкой от 17 до 24 поездов.

В работе для математического моделирования работы загрузки станционных парков применяется многоканальная система массового обслуживания с отказами в обслуживании [4]. According to Candela’s classification, the mass service system of type M/G/8 for the yard “P” and “D”, M/G/12 for the new yard of receivers and M/G/7 for the yard “A” was selected for modeling the loading of station yards. The first element is denoted by Markov simplest flow, the second element - the service method is sequential, and the third element - the number of parallel service channels.

Проанализировав полученные результаты математического моделирования загрузки станционных парков установлено, что до реконструкции станции в

парке “Р” постоянно используются 7-8 путей, в парке “D” – 6-7 путей, а в парке “А” – 3 пути. По этим данным видно, что пропускная и перерабатывающая способность станции используется почти на 90%. Отсюда следует, её резерв составляет около 10 %, что недостаточно для нормальной работы сортировочной станции, т.е. в связи с этим создаются непроизводительные простои.

После реконструкции станции можно отказаться от приема и отправления порожних поездов в парк “А” и принимать эти поезда в новый приемоотправочный парк. Учитывая эту новую технологию, в новом приемоотправочном парке для обработки поездов будет использоваться 5-6 путей. В итоге новый парк приема будет использовать на 75%. Учитывая перераспределение обработки транзитных поездов, видно, что у парка “D” и парка “Р” после строительства нового парка повысится резерв пропускная и перерабатывающая способность станции.

В работе также была рассчитана:

- перерабатывающая способность сортировочных горки [5], которая составляет до реконструкции 2192 вагонов с сутки, а после её реконструкции 3219 вагонов с сутки;
- пропускная способность путей станционных парков [6], которая составляет до реконструкции в парке “Р” 34 поезда в сутки, в парке “D” 41 поезда в сутки и в парке “А” 23 поезда в сутки. После её реконструкции в парке “Р” 43 поезда в сутки, в парке “D” 69 поездов в сутки, в парке “А” 23 поезда в сутки и в новом парке 68 поездов в сутки.

В настоящее время сортировочная станция комбинированного типа имеет множество враждебных передвижений при расформировании составов, что ограничивает пропускную способность парка “Р”. В дальнейшем после строительства нового парка приема появиться в обработке транзитных поездов ряд преимуществ, а именно:

- полная поточность операций;
- повышенная маневренность;
- повысится пропускная способность всех станционных парков;
- увеличится перерабатывающая способность горки.

Таким образом, проведена сравнительная техническая характеристика сортировочной станции Даугавпилс до и после строительства нового парка приема, который поможет разгрузить существующие станционные парки.

Проведён анализ изменения существующей технологии работы сортировочной станции. При внедрении новой технологии обработки поездов не надо будет переставлять транзитные поезда без переработки из парка “Р” в парк “D”. В результате этого сократится технологическое время их обработки.

Произведен анализ объема работы станции, на основании, которого были определены параметры входящего поездопотока для математического моделирования загрузки всех парков. В результате была получена зависимость вероятности занятия пути от занятых путей для каждого станционного парка до

и после строительства нового парка приема. Анализ этой зависимости показал, что после перераспределения объема обработки транзитных поездов резерв пропускной и перерабатывающей способности станции увеличился.

Определены преимущества внедрения новой эффективной технологии работы сортировочной станции.

[1] All about development of Daugavpils reception park [online cit.: 2019-04-25]. Available from: <https://www.ldz.lv/lv/daugavpils-pie%C5%86em%C5%A1anas-parka-un-tam-piebraucamo-ce%C4%BCu-att%C4%ABst%C4%ABba>

[2] JSC “Latvian railway”; LTD “LDZ Cargo”. 2011. “Joint technological process of operation for Daugavpils station and Daugavpils cargo terminal”, Daugavpils, 213 p.

[3] Mezitis, M.; Panchenko, V.; Kutsenko, M.; Maslii, A. 2018. Mathematical model for defining rational constructional technological parameters of marshalling equipment used during gravitational target braking of retarders, Procedia Computer Science, 149: 288-296 p

[4] Wentzel, S.V. 1969. Theory of probability. M.: Publishing "Science", 515-561 p.

[5] Shubko, V.G. ; Pravdin, N.V. 2002. Railway Stations and Junctions: Textbook for universities of railway transport. M.: UMK MPS of Russia, 172-175 p.

[6] Efimenko, Yu.I. 2006 Railway Stations and Junctions: Textbook for students of railway institutions of secondary vocational education. M. : Publishing Center "Academy", 294-299 p.

**УДК 656.96**

## **ПРОБЛЕМНІ АСПЕКТИ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЇ БАЗИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ**

## **PROBLEMARY ASPECTS OF THE REGULATORY BASE OF RAILWAY TRANSPORT OF UKRAINE**

*С.М. Клименко, Д.С. Тройников*

*Регіональна філія «Південна залізниця» АТ «Укрзалізниця»*

*S. Klimenko, D. Troynikov*

*Southern Railway Regional Branch of Ukrzaliznytsia JSC*

Для підвищення ефективності та прибутковості у процесі реалізації стратегії АТ «Укрзалізниця» на 2019-2023 рр., як показує сучасний стан залізничної галузі, є низка викликів, які необхідно прийняти. З одного боку, макроекономічні чинники, такі як геополітична нестабільність, зменшення обсягів транзиту, кон'юнктура світових ринків, а також подальша лібералізація ринку перевезень в Україні. На операційному рівні - незадовільний технічний стан залізничної інфраструктури та рухомого складу, застарілі механізми, регламенти та процедури управління: Усе це потребує докорінних та швидких змін, які, власне, вже розпочалися. Варто відзначити, що нова структура корпоративного управління компанії, яка запроваджена з 2018 року, дозволяє в цілому адекватно реагувати на зміни у зовнішньому середовищі.

Слід мати на увазі, що для ефективною реалізації стратегії АТ «Укрзалізниця» важливою умовою є ухвалення Закону України «Про

залізничний транспорт». Його відсутність, наприклад, унеможлиблює в повному обсязі задіяти операторів тяги в перевізному процесі, що гальмує розвиток галузі, лібералізацію ринку. Цей закон має корелювати із планом реструктуризації компанії, який повинен бути презентованим до кінця 2019 року. В очевидь, найбільш доцільно було б одразу після узгодження плану реструктуризації та порядку лібералізації ринку ухвалити відповідний закон, який забезпечить необхідні правові та фінансові механізми для розвитку галузі на найближчі роки.

Основним правовим нормативним актом, який встановлює обов'язки, права та відповідальність залізниць, з однієї сторони, та підприємств, організацій, установ і громадян, які користуються залізничним транспортом – з іншої сторони, є Статут залізниць України, який затверджується Кабінетом Міністрів України.

Статут визначає основні задачі та обов'язки сторін щодо перевезень та регулює їх правові відносини. Він регламентує порядок формування та виконання плану залізничних перевезень, укладання договорів і основних умов перевезення вантажів, пасажирів, багажу і пошти, основні положення експлуатації залізничних під'їзних колій, а також взаємовідносини залізниць з іншими видами транспорту.

Зважаючи на суттєві зміни, які плануються до впровадження (згідно з проектом нового закону № 9512 «Про залізничний транспорт України», який не був прийнятий Верховною Радою України у 2018 році та повинен бути доопрацьований) на ринку будуть діяти такі суб'єкти: Перевізник, який може мати тягу (магістральні локомотиви) і рухомий склад (вагони); Оператор інфраструктури (АТ «Укрзалізниця»); Оператор залізничного рухомого складу; Центральний орган виконавчої влади, який реалізує державне регулювання і нагляд в сфері залізничного транспорту (Мінінфраструктури України).

Така ситуація вимагає кардинального перегляду Статуту залізниць України. Статут містить тільки основні принципові положення і правові норми, які відносяться до всіх видів перевезень. Проте Статут не може передбачити і врахувати всю специфіку конкретних умов перевезень окремих вантажів. У розвиток окремих статей Статуту необхідно оновити практично всі підстатутні нормативні документи: Правила перевезень вантажів; Правила перевезення пасажирів, багажу, вантажобагажу та пошти залізничним транспортом України; інші нормативні документи.

Вважаємо, що з виділенням залізничної інфраструктури, функціонуванням тягових та вагонних операторів необхідно оперативнo удосконалити нормативно-правову базу взаємодії вказаних суб'єктів перевезення залізничним транспортом з клієнтурою. До того ж важливо мати нормативний документ щодо видів діяльності (процесів), які можуть бути передані для закупівлі за зовнішніми договорами (аутсорсинг).

В результаті задекларованого реформування залізничного транспорту виникає цілий ряд важливих проблем, пов'язаних з функціонуванням залізничного транспорту у ринкових умовах, які повинні знайти відображення в нормативно-правовій базі, а саме:

- забезпечення безпеки залізничного транспорту та процесів його технологічних циклів задля життя і здоров'я людей та охорони навколишнього середовища;
- формування конкурентного середовища на ринку залізничних перевезень;
- збереження узгодженості та стійкості роботи залізничного транспорту як єдиного технологічного комплексу;
- забезпечення доступності та якості надання послуг з перевезень та користування інфраструктурою з урахуванням вимог інтероперабельності;
- збалансованості витрат на утримання та розвиток інфраструктури і доходів від реалізації її послуг;
- відповідності законодавства України та Європейського Союзу у галузі залізничного транспорту.

**УДК 656.2 : 656.225.073.46**

**ВЗАИМНАЯ РАБОТА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
ОБЩЕГО И НЕОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ В МЕСТАХ ЗАРАЖДЕНИЯ  
ГРУЗОПОТОКОВ**

**MUTUAL WORK OF RAILWAY TRANSPORT OF GENERAL AND NON-  
GENERAL USE IN PLACES OF INFLAMMATION OF CARGO FLOWS**

*Е.Н. Потылкин*

*Белорусский государственный университет транспорта (г. Гомель)*

*E.N. Potylkin*

*Belarusian state University of transport (Gomel)*

В настоящее время работа железнодорожного транспорта характеризуется ростом количества собственного подвижного состава и его доли в общем парке вагонов. Рост парка вагонов сопровождается увеличением числа их собственников. Управление собственным подвижным составом осуществляется экспедиторскими организациями, инвентарным – диспетчерским аппаратом. При этом экспедиторы, учитывая интересы собственников вагонов, выполняют поиск наиболее доходного груза для перевозки.

Временное размещение подвижного состава на местах необщего пользования может быть вызвано целым рядом причин. При временном размещении перевозочных средств собственник подвижного состава несет затраты, связанные с занятием железнодорожного пути. Возникает ситуация, которая характеризуется тем, что вагон не движется, соответственно владелец подвижного состава не получает прибыли. Как известно, основным показателем работы собственного вагона является доходность в единицу времени, поэтому владелец перевозочного средства заинтересован в его предоставлении в пользование для различных целей или в аренду. Например, использовать вагон,

находящийся во временном размещении на железнодорожном пути необщего пользования, для погашения среднесуточной неравномерности. Возможны различные варианты погрузки груза из производства в перевозочные средства, которые приведены на рисунке 1.

Происходящее в настоящее время развитие рынка транспортных услуг постепенно приводит к клиентоориентированности процессов производства, доставки, реализации продукции. Поэтому взаимодействие железнодорожных станции и пути необщего пользования следует рассматривать с позиции грузовладельца, которого интересуют затраты связанные с перевозкой продукции, начиная от пункта накопления и заканчивая пунктом потребления. Следовательно, взаимодействие грузового фронта, станции Заводская и станции примыкания целесообразно исследовать в рамках логистической схемы доставки продукции. При таком подходе к разработке модели учитываются основные принципы логистики: системный подход, учет совокупных логистических издержек, глобальная оптимизация и интеграция, использование теории компромиссов, моделирование и информационно-компьютерная поддержка, устойчивость и адаптивность [1].

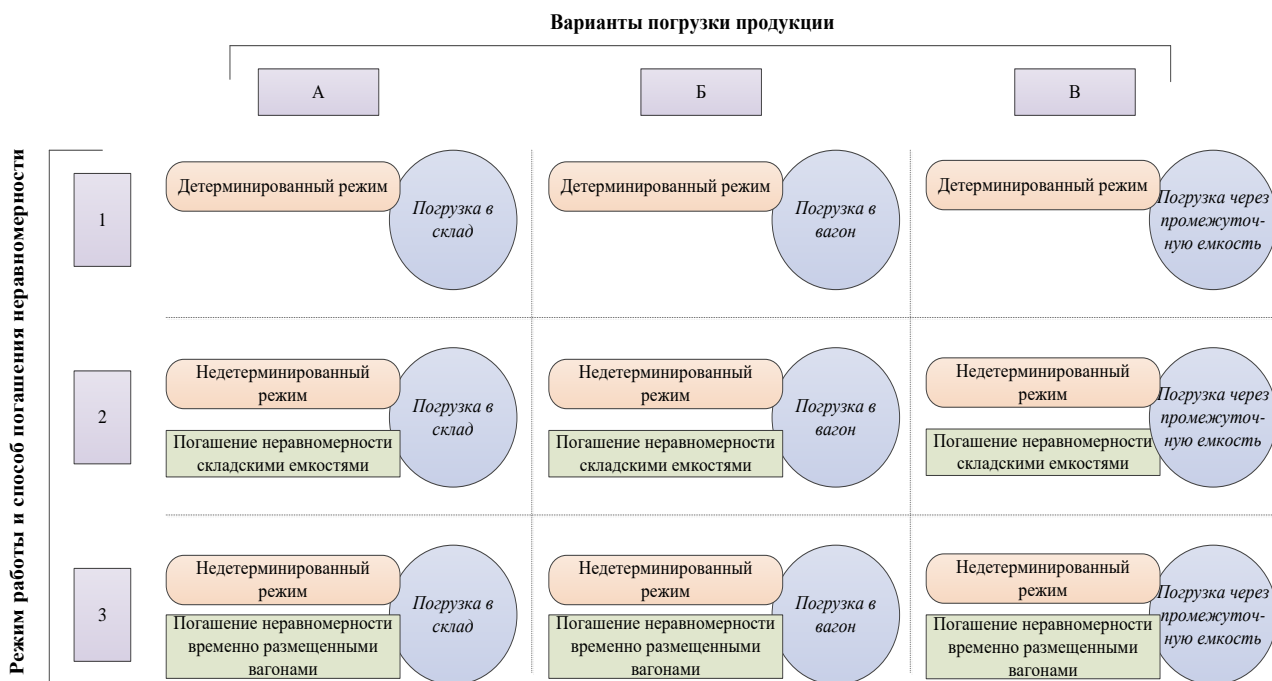


Рис. 1. Варианты погрузки продукции из производства в вагоны

Оценка конкурентоспособности различных вариантов погашения неравномерности позволяет определить издержки клиента железной дороги при осуществлении перевозочного процесса. На основании этой оценки делается вывод о применении того либо другого варианта погашения среднесуточной неравномерности при различных условиях работы.

После разработки возможных вариантов необходимо оценить уровень издержек по каждому из них. Затем выбирается оптимальный вариант по критерию минимума затрат для клиента в соответствии с родом перевозимого

груза, вимогами к строку доставки, умовами забезпечення збереженості вантажу, вартості перевезення і т.д.

[1] Еловой, И. А. Интегрированные логистические системы доставки ресурсов : теория, методология, организация / И. А. Еловой, И. А. Лебедева; под науч. ред. В. Ф. Медведева. – Минск : Право и экономика, 2011. – 461 с. – (Сер. «Мировая экономика»).

**УДК 656.13.58**

**ВИКОРИСТАННЯ ЗМІШАНОГО МЕТОДУ  
БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ МАРШРУТИЗАЦІЇ  
ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ**

**USING THE MIXED METHOD OF MULTI-CRITERIAL ANALYSIS FOR  
ROUTING OF CARGO TRANSPORTATION**

*Д-р техн. наук В.П. Сахно, канд. техн. наук С.М. Шарай,  
канд. техн. наук В.М. Поляков  
Національний транспортний університет (м. Київ)*

*V.P. Sakhno, Dr. Sc. (Tech.), S.M. Sharai, PhD (Tech.),  
V.M. Polyakov, PhD (Tech.)  
National Transport University (Kyiv)*

Для вирішення задач маршрутизації використовують багатокритеріальний аналіз (MCDM). Проте, враховуючи нестабільність критеріїв оцінки, таких як динаміка попиту та пропозиції, економічні чинники тощо, науковцями [1-3] пропонується використання змішаного методу прийняття рішень на основі поєднання багатокритеріального аналізу та нейронної мережі прямого поширення (FANN) – вид нейронної мережі, в якій сигнали поширюються в одному напрямку, починаючи від вхідного шару нейронів через приховані шари до вихідного шару, і на вихідних нейронах отримується результат опрацювання сигналу. В мережах такого виду немає зворотних зв'язків.

При розв'язанні задачі багатокритеріального вибору шляхом використання нейронної мережі прямого поширення припускаємо, що вага нейронних зв'язків мережі є невід'ємною під час «навчання» даної мережі (під навчанням мається на увазі підбір функціональної залежності, при якій дисперсія розкиду отриманих результатів буде мінімальною).

Для удосконалення процесу перевезення вантажів у міжнародному сполученні пропонується використання змішаного методу прийняття рішення на основі багатокритеріального аналізу (рис. 1).

Змішаний метод вирішення задачі багатокритеріального вибору складається із таких кроків [1]:

1) Визначення набору альтернативних варіантів. За альтернативи приймаємо цілі, з якими порівнюється основна ціль.



2) Визначення критеріїв оцінки шляхом аналізу релевантної інформації та експертних оцінок для виключення неможливих та некоректних альтернативних варіантів.

3) Ідентифікація нейромережеских вузлів «вхід-вихід», враховуючи обмеження теорії нечітких чисел. Кількість вузлів шару входу повинна дорівнювати кількості гармонізованих критеріїв оцінки, а результат оцінки повинен знаходитись у шарі виходу таким чином, щоб шар виходу нейронної мережі мав лише один результат.

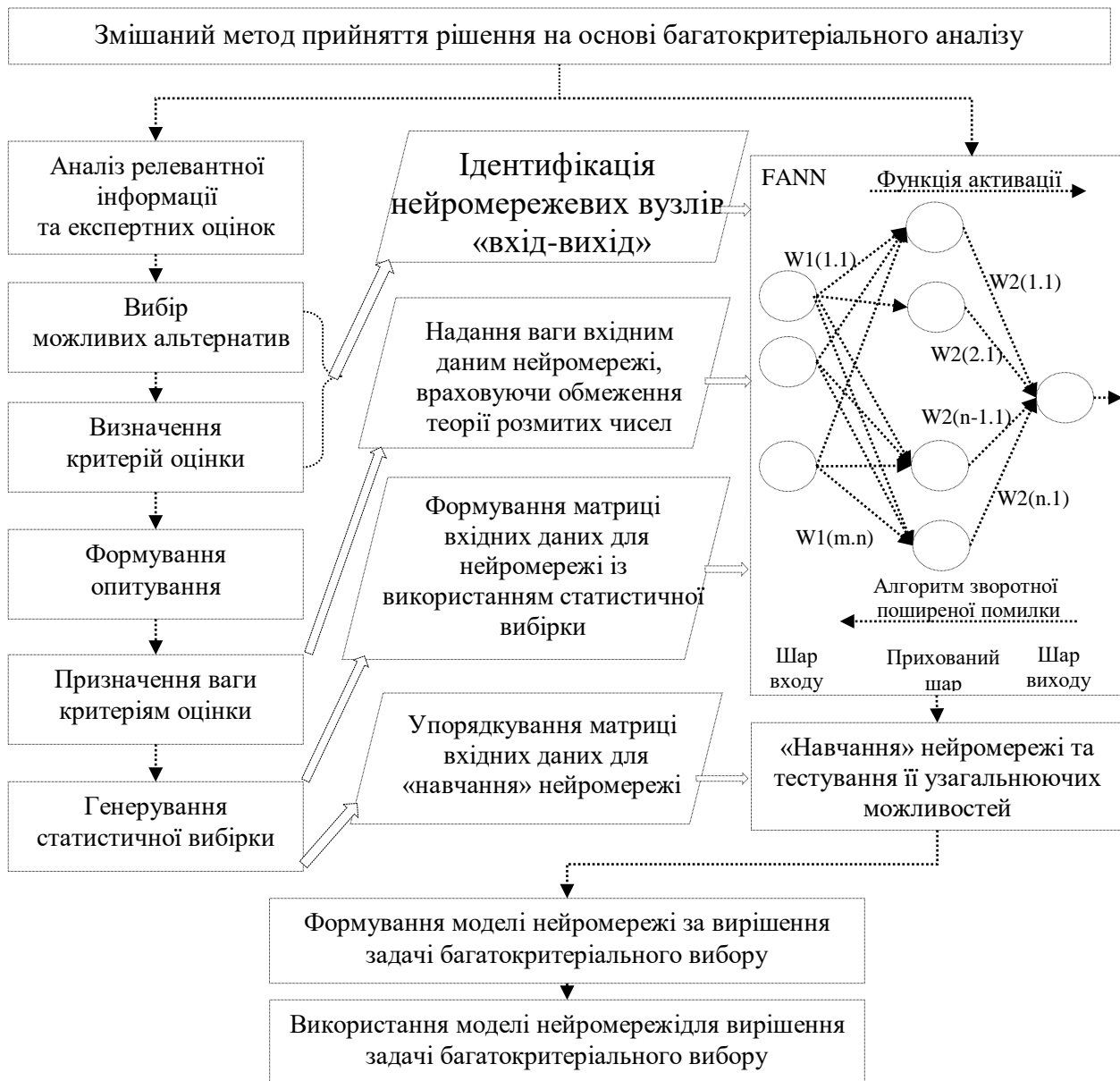


Рис.1. Структура алгоритму модифікованої нейронної мережі для вирішення задачі багатокритеріального вибору

4) Формування опитування із наданням ваги критеріям оцінки. Причому попарне порівняння здійснюється за допомогою трикутного нечіткого числа з вершиною (або центром)  $t$ , шириною лівої сторони  $l$  та шириною правої сторони  $u$ , та яке визначається системою з трьох елементів  $(l, t, u)$ .

5) Надання ваги вхідним даним нейронної мережі, враховуючи обмеження теорії розмитих чисел.

Найбільш поширеними функціями активації є сигмоїда або експонента (логістична функція). Лінійна функція використовується здебільшого в прихованому шарі, де відбувається безпосереднього вибір за багатокритеріальним критерієм за умов нестрокої регулярності (стабільності): функція неперервна, обмежена, опукла та монотонно зростаюча. Незалежно від того, потрапить «тренування» нейронної мережі у локальний мінімум чи максимум, введені особою, що приймає рішення, вхідна вага критеріїв оцінки впливатиме на час «тренування». Таким чином, якщо вихідна вага критеріїв оцінки занадто велика – сигмоїда досягне свого екстремуму з найменш можливою похідною, тоді похідні вхідних даних дорівнюватимуть нулю і процес «тренування» припиниться. Для досягнення максимальної збіжності нейромережі в процесі «тренування» пропонується використання методу нечітких чисел для розрахунку ваги критеріїв оцінки з подальшим використанням результату розрахунків як вхідних даних для нейронної мережі.

6) Збір отриманої статистичної інформації. Для оцінки за кількісним критерієм відбувається збір офіційних публікацій та проводиться дослідження. Для оцінки за якісним критерієм проводиться опитування з метою визначення цінності альтернативних варіантів, отриманих при зборі інформації для кількісного критерію, за методом оцінювання.

7) Упорядкування матриці вхідних даних для «навчання» нейронної мережі та тестування.

8) «Навчання» нейронної мережі та тестування її узагальнюючих можливостей.

В результаті проведених дій формується модель/конфігурація нейронної мережі для вирішення задачі багатокритеріального вибору, яка може бути використана з метою маршрутизації мультимодальних перевезень вантажів у міжнародному сполученні.

[1] Qu L., Chen Y. (2008) A Hybrid MCDM Method for Route Selection of Multimodal Transportation Network. In: Sun F., Zhang J., Tan Y., Cao J., Yu W. (eds) Advances in Neural Networks - ISNN 2008. ISNN 2008. Lecture Notes in Computer Science, vol 5263. Springer, Berlin, Heidelberg. doi: 10.1007/978-3-540-87732-5\_42.

[2] Использование нейросетевых моделей для определения оптимального маршрута в сетях с адаптивной маршрутизацией пакетов данных / К. В. Колесников, А. Р. Карапетян, О. Г. Никулин // Вестник Нац. техн. ун-та "ХПИ" : сб. науч. тр. Темат. вып. : Новыє рішення в сучасних технологіях. – Харків : НТУ "ХПИ". – 2013. – № 56 (1029). – С. 50-55.

[3] Розмиті коефіцієнти як засіб підвищення точності ранжування показників якості роботи експедиційних підприємств / Є.В. Нагорний, В.В. Андросенко // Вісник КДПУ. Випуск 2/2006 (37). Частина 1. – С.55-59.

**ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ОНОВЛЕННЯ ТАРИФНОЇ  
СИСТЕМИ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗАЛІЗНИЧНИМ  
ТРАНСПОРТОМ УКРАЇНИ В СУЧАСНИХ УМОВАХ**

**RATIONALE OF THE NECESSITY OF UPDATING THE TARIFF SYSTEM  
OF FREIGHT TRANSPORTATION BY RAILWAY TRANSPORT OF  
UKRAINE IN MODERN CONDITIONS**

*канд. техн. наук В.М. Запара, канд. техн. наук Г.С. Бауліна,  
канд. техн. наук Я.В. Запара, канд. техн. наук С.М. Продащук  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*V. Zapara, PhD (Tech.), H. Baulina, PhD (Tech.),  
Y. Zapara, PhD (Tech.), S. Prodashchuk, PhD (Tech.)  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Рівень тарифів на вантажні перевезення залізницею в Україні у внутрішньому, експортному та імпортовому сполученнях підпадає під антимонопольне законодавство, тобто рівень тарифів АТ «Укрзалізниця» самостійно змінювати не може. Проте компанії останнім часом вдалося провести дерегуляцію вагонної складової тарифу, що додатково збільшило надходження більше ніж на 4 млрд. грн. за рік.

Підставою для зміни структури тарифів на перевезення вантажів залізничним транспортом у межах України є створення нових учасників вантажних залізничних перевезень – суб'єктів господарювання різних форм власності, які згідно чинного законодавства можуть брати участь у перевезенні вантажів залізничним транспортом України або виконувати окремі операції єдиного технологічного процесу вантажних залізничних перевезень та для яких в структурі вантажного тарифу не виділена частина, що є платою за роботи та операції, виконані цими господарюючими суб'єктами.

Нинішнє Тарифне керівництво №1 «Збірник тарифів на перевезення вантажів залізничним транспортом у межах України та пов'язані з ними послуги» чинне вже понад 10 років і містить базові ставки, які періодично актуалізуються через зміну рівня коефіцієнтів до базових тарифів.

Зважаючи на суттєві зміни, які плануються до впровадження (згідно з проектом нового закону № 9512 «Про залізничний транспорт України», який не був прийнятий Верховною Радою України у 2018 році та повинен бути доопрацьований) на ринку будуть діяти такі суб'єкти:

- перевізник, який може мати тягу (магістральні локомотиви) і рухомий склад (вагони);
- оператор інфраструктури (АТ «Укрзалізниця»);
- оператор залізничного рухомого складу,

зміна структури вантажного тарифу є нагальною необхідністю. Діюча структура тарифу містить лише дві складові – вагонну та інфраструктурну (яка по суті включає власне інфраструктурну та локомотивну складові). За дослідженнями науковців УкрДУЗТ, які проводились у 2004-2008 роках складові тарифу мали співвідношення: інфраструктурна складова – 55-60%, локомотивна - 25-30%, вагонна - 10-20% (що повністю відповідало тарифоутворенню, наприклад, при транзитних перевезеннях щодо вагонної складової згідно з «Тарифная политика железных дорог государств-участников Содружества независимых государств на перевозки грузов в международном сообщении на ... фрахтовый год», де зміна рівня тарифу при зміні власності вагона не перевищує 20%).

На сьогодні вагонна складова на власний вагон перевізника (АТ «Укрзалізниця») уже перевищує 50% (з 13.11.2018 р. для піввагонів – 52%, для зерновозів – 53%), тобто маємо ситуацію суттєвого дисбалансу, який необхідно вирішити. Прогнозовано мова йде про перегляд інфраструктурної складової, яка повинна суттєво зрости. Пов'язано це перш за все з тим, що при формуванні попередніх базових тарифів витрати (собівартість) базувались на фактичних витратах, а не на економічно обґрунтованих. Ситуація недофінансування утримання інфраструктури та й інших елементів перевізного процесу призвела до вкрай тяжкого стану інфраструктури (в т.ч. локомотивного та вагонного парку перевізника).

В сукупності це потребує проведення додаткових досліджень щодо визначення собівартості тарифів на вантажні залізничні перевезення з урахуванням сучасних реалій. Завдання із розрахунку собівартості вантажних перевезень є одним із ключових для встановлення та забезпечення ефективності функціонування АТ «Укрзалізниця». Визначення собівартості вантажних перевезень у тарифних цілях може бути виконано лише автоматизованими людино-машинними методами. З 2013 року розрахунки собівартості базуються на застосуванні «Методики розрахунку тарифів на перевезення вантажів залізничним транспортом», а також «Методичних рекомендацій визначення собівартості вантажних перевезень залізничним транспортом у межах України в тарифних цілях», тобто після 2012 року програмний комплекс визначення собівартості не оновлювався, а собівартість корегувалась через відповідні співвідношення.

Таким чином, необхідність оновлення тарифної системи вантажних перевезень є нагальною необхідністю, а дослідження щодо визначення сучасної структури собівартості вантажних залізничних перевезень з урахуванням структури тарифу (інфраструктурна, локомотивна та вагонна складові) на сьогодні є першим (найнеобхіднішим) кроком в цьому напрямі.

За обсягами перевезених вантажів українська залізниця посідає четверте місце на Євразійському континенті (після Китаю, Росії та Індії) і шосте місце в світі. Інфраструктура коридорів, що проходять територією України, дозволяє забезпечити пропуск існуючих і перспективних вантажопотоків [1].

В залежності від виду вантажу, його обсягів, пунктів відправлення та призначення, вартості та швидкості транспортування перевезення вантажів

може здійснюватись різними видами транспорту – залізничним, автомобільним, водним (річковим та морським), авіаційним, а певних видів вантажів – трубопровідним.

За даними Державної служби статистики України, більшу частку перевезення вантажів як внутрішніх (всередині країни), так і міжнародних, становлять перевезення залізничним транспортом. Так, протягом 2017-2018 років вантажообіг залізничного транспорту становив 55,9 % вантажообігу всіх видів транспорту, а обсяг перевезених залізничним транспортом вантажів становив 53,4 % загального обсягу вантажів у 2017 році та 52 % – у 2018 році [2].

Контейнерні перевезення дозволяють здійснювати перевезення різними видами транспорту, скорочуючи час на технологічні операції. За 4 місяці 2019 року територією України перевезено понад 125 тис. контейнерів в умовних одиницях (ДФЕ). Це на 8 % перевищує показник відповідного періоду 2018 року [3].

Більшість досліджень зводиться до мінімізації експлуатаційних витрат при інтермодальних перевезеннях, але в сучасних умовах значна кількість вантажовласників вимагає від перевізника, в першу чергу, прискорення доставки і не обов'язково з мінімізацією експлуатаційних витрат.

Таким чином, постає завдання щодо вирішення наукової задачі удосконалення технології інтермодальних перевезень за двома критеріями (експлуатаційні витрати та строк доставлення), які різні за своєю природою.

[1] Вантажні перевезення. Загальна інформація. URL: <http://www.utlc-uz.com.ua/cargo.html>. (дата звернення: 11.09.2015).

[2] Звіт про результати дослідження ринку перевезення вантажів залізничним транспортом за 2017-2018 роки. URL: <https://amcu.gov.ua/news/zvit-pro-rezultati-doslidzhennya-rinku-perevezennya-vantazhiv-zaliznichnim-transportom>. (дата звернення: 09.12.2019).

[3] Перевезення контейнерів територією України за 4 місяці 2019 року зросли на 8%. URL: [https://www.uz.gov.ua/press\\_center/up\\_to\\_date\\_topic/495593/](https://www.uz.gov.ua/press_center/up_to_date_topic/495593/). (дата звернення: 10.08.2019).

**УДК 629.45.077**

## **ЕТАПИ ВПРОВАДЖЕННЯ ПОВІТРОРозПОДІЛЬНИКІВ № 242 В ПАСАЖИРСЬКИХ ПОЇЗДАХ**

## **STAGES OF IMPLEMENTATION OF AIR DISTRIBUTORS № 242 IN PASSENGER TRAINS**

***О.О. Давиденко, М.Я. Валігура***

*Державний університет інфраструктури та технологій (м. Київ)*

***О.О. Davydenko, M.Y. Valigura***

*State University of Infrastructure and Technologies (Kyiv)*

На пасажирському рухомому складі з 1960 року використовується повітророзподільник золотниково-поршневої конструкції №292, який забезпечує швидкість поширення гальмівної хвилі 190 м/с.

В лабораторії «Автоматичні гальма рухомого складу» кафедри «Вагони та вагонне господарство» проводились наукові дослідження по визначенню характеристик повітродозподільника №242 і його сумісної експлуатації в поїздах одночасно з повітродозподільником №292. Повітродозподільник №242 клапанно-поршневої конструкції забезпечує швидкість поширення гальмівної хвилі до 250 м/с.

Повітродозподільник №242 призначений для використання на пасажирських локомотивах і вагонах, дизель- і електропоїздах. Прилад взаємозамінний з повітродозподільником №292 і встановлюється на фланці робочої камери електроповітродозподільника №305 і кронштейні задньої кришки гальмівного циліндра №501Б, або на окремому кронштейні при наявності на вагоні декількох циліндрів. На рухомому складі нового покоління повітродозподільник №242 можна встановлювати на спеціальні плиті без роз'єднання трубопроводів. Прискорювач екстреного гальмування може розміщуватись біля гальмівної магістралі так як він функціонально не зв'язаний з роботою повітродозподільника. Включення і відключення прискорювача екстреного гальмування можна виконувати на будь-якому із режимів – «К» (короткоскладованому) або «Д» (довгоскладовому).

Повітродозподільник №242 має переваги перед повітродозподільником № 292:

- зниження трудомісткості ремонту і збільшення міжремонтного терміну до чотирьох років, що досягнуто завдяки клапанно-поршневій конструкції із застосуванням гумових ущільнювачів;
- повна взаємозамінність і збереження умов монтажу-демонтажу з повітродозподільником № 292 без будь-яких змін підвідних повітропроводів;
- максимально можливе використання для ремонту уніфікованих деталей, особливо гумотехнічних, а також типових випробувальних стендів;
- передбачені два перемикачі вручну режиму: «К» - короткоскладовий поїзд і «Д» - довго складовий;
- наявність в повітродозподільнику бесступінчатого відпуску;
- діапазон зарядного тиску в гальмівній системі, при якому повинні бути забезпечені робочі характеристики повітродозподільника, становить 4,5 - 5,2 кгс/см<sup>2</sup>;
- високу якість нечутливості (м'якості) - прилад не спрацьовує на гальмування при зниженні тиску повітря в гальмівній магістралі з 5 до 4 кгс/см<sup>2</sup>; темпом 0,4 кгс/см<sup>2</sup> за 60 с;
- час наповнення стисненим повітрям гальмівних циліндрів і відпуск гальма аналогічні повітродозподільнику № 292 на відповідних режимах;
- прискорювач екстреного гальмування спрацьовує тільки при екстрених гальмуваннях, а також в разі відкриття стоп-крана, як при відпущеному стані гальм вагона або поїзда, так і в процесі гальмування при пневматичному або електричному керуванні гальмами;

Технічна характеристика повітродозподільника № 242

Час наповнення ГЦ при екстреному гальмуванні до тиску 3,5 кгс/см<sup>2</sup>

- на режимі «К» 5 - 7 с;
- на режимі «Д» 12 - 16 с.
- Час відпуску після екстреного гальмування до тиску в ТЦ 0,4 кгс / см<sup>2</sup>
- на режимі «К» 8 - 12 с;
- на режимі «Д» 19 - 24 с.

Таблиця 1

Порівняльні дані повітророзподільників № 242 і 292

Параметри	№292	№242	
Швидкість гальмівної хвилі при екстреному гальмуванні, м /с	190	250	
Зниження тиску в магістралі для спрацювання ПР, кгс/см	0,3	0,15	
Періодичність технічного обслуговування, років	0,5	4	
Термін служби, років	10	20	
Маса ,кг	в чавунному виконанні	22,5	24
	в алюмінієвому виконанні	-	17

**УДК 656.073**

**ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ТРАНСПОРТНИХ  
ПОСЛУГ ЗА РАХУНОК УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ  
ІНТЕРМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

**PROPOSALS FOR IMPROVING THE QUALITY OF TRANSPORTATION  
SERVICES AT THE IMPROVEMENT OF INTERMODAL TRANSPORT  
TECHNOLOGY**

*канд. техн. наук. О.М. Костєнніков, О.О. Шапатіна,  
канд. техн. наук. А.Л. Кравець, канд. псих. наук. К.В. Кім  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*O. Kostiennikov, PhD (Tech.), O. Shapatina,  
A. Kravets, PhD (Tech.), K. Kim, PhD (Psych.)  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

За обсягами перевезених вантажів українська залізниця посідає четверте місце на Євразійському континенті (після Китаю, Росії та Індії) і шосте місце в світі. Інфраструктура коридорів, що проходять територією України, дозволяє забезпечити пропуск існуючих і перспективних вантажопотоків [1].

В залежності від виду вантажу, його обсягів, пунктів відправлення та призначення, вартості та швидкості транспортування перевезення вантажів може здійснюватись різними видами транспорту – залізничним, автомобільним, водним (річковим та морським), авіаційним, а певних видів вантажів – трубопровідним.

За даними Державної служби статистики України, більшу частку перевезення вантажів як внутрішніх (всередині країни), так і міжнародних, становлять перевезення залізничним транспортом. Так, протягом 2017-2018 років вантажообіг залізничного транспорту становив 55,9 % вантажообігу всіх видів транспорту, а обсяг перевезених залізничним транспортом вантажів становив 53,4 % загального обсягу вантажів у 2017 році та 52 % – у 2018 році [2].

Контейнерні перевезення дозволяють здійснювати перевезення різними видами транспорту, скорочуючи час на технологічні операції. За 4 місяці 2019 року територією України перевезено понад 125 тис. контейнерів в умовних одиницях (ДФЕ). Це на 8 % перевищує показник відповідного періоду 2018 року [3].

Більшість досліджень зводиться до мінімізації експлуатаційних витрат при інтермодальних перевезеннях, але в сучасних умовах значна кількість вантажовласників вимагає від перевізника, в першу чергу, прискорення доставки і не обов'язково з мінімізацією експлуатаційних витрат.

Таким чином, постає завдання щодо вирішення наукової задачі удосконалення технології інтермодальних перевезень за двома критеріями (експлуатаційні витрати та строк доставлення), які різні за своєю природою.

[1] Вантажні перевезення. Загальна інформація. URL: <http://www.utlc-uz.com.ua/cargo.html>. (дата звернення: 11.09.2015).

[2] Звіт про результати дослідження ринку перевезення вантажів залізничним транспортом за 2017-2018 роки. URL: <https://amcu.gov.ua/news/zvit-pro-rezultati-doslidzhennya-rinku-perevezennya-vantazhiv-zaliznichnim-transportom>. (дата звернення: 09.12.2019).

[3] Перевезення контейнерів територією України за 4 місяці 2019 року зросли на 8%. URL: [https://www.uz.gov.ua/press\\_center/up\\_to\\_date\\_topic/495593/](https://www.uz.gov.ua/press_center/up_to_date_topic/495593/). (дата звернення: 10.08.2019).

**УДК 656.025**

## **ТЕХНОЛОГІЯ БЛОКЧЕЙН В ОПТИМІЗАЦІЇ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ**

### **BLOCKCHAIN TECHNOLOGY IN OPTIMIZATION OF LOGISTIC PROCESSES**

*канд. техн. наук Г.О. Примаченко, канд. техн. наук Ю.В. Шульдінер,  
Є.І. Григорова, Ю.В. Петухова  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*H. O. Prymachechenko (PhD (Tech.)), Yu. V. Shuldiner (PhD (Tech.)),  
Y. I. Hryhorova, Yu. V. Petukhova  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Сьогодні процес функціонування ланцюгів постачання постійно розвивається до сучасних робототехнічних рішень. Останні тенденції у процесах управління ланцюгами постачання та у логістиці в цілому



зосереджуються на технологіях розумного, керованого управління задля зменшення операційних витрат та підвищення ефективності. Для сучасних логістичних компаній важливим є високий рівень захисту даних. Адже саме в цьому бізнесі обсяги передачі інформації щоденно є дуже великими, а кращого засобу, ніж технологія блокчейн для захисту великої кількості даних не винайдено.

Блокчейн – це інтегрована інновація наявних технологій для консолідації розподілених сховищ даних, механізмів консенсусу, що утворюють стійкий механізм, це послідовність блоків, що містить список записів про транзакції, подібно до звичайної громадської книги [1]. Технологія блокчейн є спеціальною структурою для запису групи транзакцій (дій), головною перевагою якої є здійснення будь-яких операцій лише тоді, коли ця дія вважатиметься підтвердженою. Здійснення платежів чи передача конфіденційних даних з використанням технології блокчейн вважається зручною та надійною. Наприклад, транзакція буде вважатися правдивою (підтвердженою) лише після перевірки її формату та підписів [2]. Наприклад, на даний момент індустрія транспорту і логістики стикається з різноманітними викликами – розкраданням вантажів, недостатньою прозорістю ланцюгів постачання, незрозумілим походженням товарів, надлишком посередників у фрахтових операціях і неповним аналізом можливих ризиків і втрат. Крім трекінгу номерів вантажів, технологія блокчейн дозволяє відстежувати і потоки поставок, тим самим полегшуючи взаємодію між перевізниками, виробниками, постачальниками і клієнтами. Схема такої технології зображена на рисунку 1.

Варто відзначити проекти, які вже поступову втілюються у життя у сфері логістики. Зокрема, Maersk, транспортний гігант Данії, досліджує способи автоматизації документообігу та більш ефективного і прозорого управління вантажоперевезеннями компанії. У співпраці з IBM Maersk розробляє свою власну технологію блокчейн на основі Hyperledger Fabric, що дозволяє стежити за мільйонами контейнерних перевезень на рік і краще інтегруватися з митними службами [3]. Сінгапурська компанія Yojee розробила логістичну блокчейн-платформу, оснащену штучним інтелектом і машинним навчанням. Платформа дозволяє вантажоперевізникам відстежувати стан замовлень у режимі реального часу, допомагає формувати рахунки, а штучний інтелект повністю замінює диспетчера і автоматично розподіляє замовлення між водіями. Генеральний директор компанії Ед Кларк, стверджує, що завдяки платформі термін виконання замовлення зменшується від 2-3 діб до 1 доби [4].

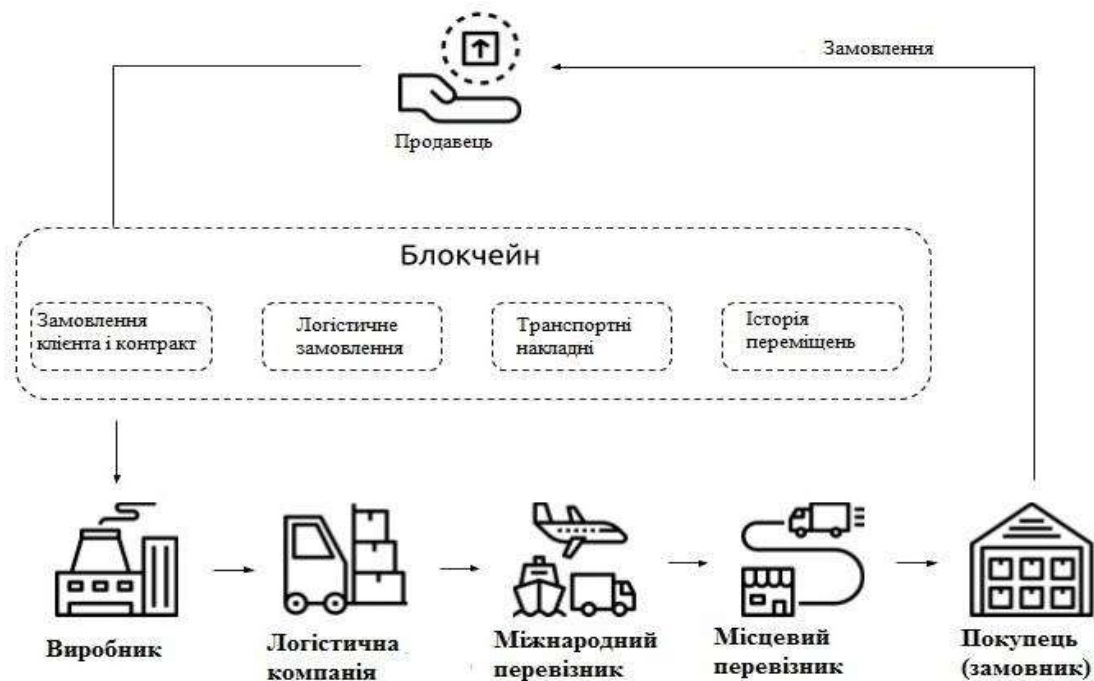


Рис. 1. Схема організації ланцюга постачання за допомогою технології блокчейн

Серед головних переваг технології блокчейн варто зазначити:

- використання електронного документообігу;
- інформаційна безпека;
- повне управління життєвим циклом електронних розрахунків;
- поліпшення операційної ефективності, тощо.

Логістика є однією з таких сфер, де використання технології блокчейн може збільшити ефективність діяльності підприємств, а саме забезпечити прозорість ланцюгів постачання, знизити вартість та ризики під час логістичних операцій.

- [1] Чуен, Д. К. Bitcoin, інновації, фінансові інструменти та великі дані: довідник з цифрової валюти / Д. К. Чуен // Academic Press. – К., 2015. – Ч. 1. – 234 с.
- [2] Добровник, М. Блокчейн для та в логістиці: що прийняти та з чого почати? / М. Добровник, Д. Герольд, Е. Фюрст, С. Куммер // Журнал «Logistics». – К., 2018. – №4. – С. 21-29.
- [3] Технологія блокчейн в логістиці // Logist. FM [Електронний ресурс]. – [Режим доступу]: <http://logist.fm/publications/tehnologiyablockchain-v-logistike>.
- [4] Топ 5 блокчейн проектів у сфері логістики / Digital Forest [Електронний ресурс]. – [Режим доступу]: <https://digiforest.io/blog/blockchain-in-logistics>.

## ВИХІД ПРИВАТНИХ ПІДПРИЄМСТВ НА РИНОК ЗАЛІЗНИЧНИХ ВАНТАЖОПЕРЕВЕЗЕНЬ

### PRIVATE COMPANIES ENTERING THE RAILWAY TRANSPORTATION MARKET

*канд. техн. наук А.О. Ковальов, канд. техн. наук О.В. Ковальова  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*A. Kovalov, PhD (Tech.), O. Kovalova, PhD (Tech.)  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Впровадження приватної тяги на залізницях України – головний крок на Європейському шляху держави з точки зору забезпечення конкурентного ринку. Але на швидкість такого впровадження мають вплив декілька факторів.

1 Недостатня кількість та незадовільний стан рухомого складу, особливо тягового.

Вітчизняний залізничний транспорт має високий ступінь непридатності основних засобів. При цьому фізична непридатність і моральна застарілість рухомого складу викликають занепокоєння з точки зору економічної і технічної безпеки їх подальшої експлуатації. Нажаль, збереження повільних темпів оновлення основних засобів залізничного транспорту на фоні критично високого рівня їх непридатності вимагає інноваційного відтворення основних засобів залізничного транспорту в умовах обмежень на капіталовкладення в їх модернізацію та оновлення.

2 Стан колійного розвитку та інфраструктури взагалі.

Протяжність колій у незадовільному стані досягла двох третин від загальної протяжності. Приватні компанії, відповідно, «націлені» на напрямки, які дозволять без додаткових вкладів на ремонти колії просувати власний вагонопотік. Для АТ «Укрзалізниця» виникає додаткова проблема з недоотриманим прибутком від вантажних перевезень.

3 З причини низького рівня тарифів на перевезення пасажирів і відсутності дієвих механізмів компенсації збитків при наданні суспільних послуг виникає ситуація перехресного субсидування (компенсації) збиткових пасажирських перевезень за рахунок вантажних.

Такий факт буде ще більше ускладнений при виході на ринок вантажних залізничних перевезень приватних організацій, оскільки навіть існуючий механізм компенсування буде втрачений з причини недоотримання доходів з вантажних перевезень. Створення відкритого ринку може позбавити АТ «Укрзалізниця» основної частини доходів. Приватні компанії можуть забрати собі найбільш прибуткові маршрути. У той же час альтернативних джерел фінансування АТ «Укрзалізниця» не має.

Одне з рішень питання – передача права на комерційне використання

залізничної інфраструктури стороннім організаціям на договірних засадах з метою забезпечення беззбитковості приміських перевезень. Мається на увазі, крім можливості організації та проведення власне приміських перевезень (вибір маршруту, зупинок, складу приміського поїзда тощо), також передача додаткових повноважень: торгова діяльність в приміських поїздах, на платформах, вокзалах і ін.; побудова на території вокзалів комерційних комплексів, місць відпочинку пасажирів – для забезпечення отримання прибутку сторонньою організацією.

АТ «Укрзалізниця» працює над питанням концесії і готова передати перші вокзали під управління приватним інвесторам.

Але концесія призначена для проектів, в яких за послуги платять користувач. При концесії ризику надання комерційних послуг потраплять до приватного партнера, так як держава не зможе гарантувати приватному сектору прибутковість з прийняттям на себе твердих платіжних зобов'язань, а споживачі залізничних послуг несуть ризик непередбачуваності цін на послуги з перевезень.

**УДК 629.113**

## **ДО ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ РЕЙКОБУСІВ В СИСТЕМІ BRT**

### **TO THE ISSUE OF THE USE OF RAILS IN BRT SYSTEM**

*В.П.Сахно, доктор техн. наук, В.М.Поляков, канд. техн. наук,  
С.М. Шарай канд. техн. наук  
Національний транспортний університет (м. Київ)*

*V.P.Sakhno, PhD (Tech.), V.M.Polyakov, PhD (Tech.),  
S.M.Sharai, PhD (Tech.)  
National Transport University (Kyiv)*

Метробус або нова система автобусного руху "Швидкісний автобусний транспорт" (Bus Rapid Transport, BRT) є результатом розвитку мережі автобусного суспільного транспорту. В порівнянні з метро цей проект володіє явними перевагами: менша вартість створення мережі, менша вартість рухомого складу, мобільність та ін. [1].

Зручність, безпека і покращувана організація дорожнього руху – це далеко не все, що зможе дати пасажирам система швидкісного автобусного транспорту. У цій системі пасажирські швидкісні автобуси пересуваються по спеціально виділених смугах. Вони відокремлені від проїжджої частини і обладнані закритими пасажирськими станціями з платформами на одному рівні і підземними переходами. Поряд з пасажирськими автобусами в системі BRT може використовуватися і інший рухомий склад, зокрема рейкові автобуси.

Рейковий автобус, рідше і скорочено рейкобус, англ. railbus, нім. Schienenbus, гібрид автобуса і залізничного вагона, автобус, переобладнаний для руху по залізниці, а також автобус на комбінованому залізничному ході [2]. Рейкові автобуси відносяться до моторвагонному рухомому складу (МВРС).

Сучасні рейкові автобуси, як правило, представляють собою двосторонній (з двома кабінами) дизельний МВРС і призначені для забезпечення приміських пасажирських перевезень на неелектрифікованих ділянках залізниць у вигляді автономного одиночного пасажирського транспортного засобу або у великих містах з віддаленими від центру житловими масивами.

У цей час рейкові автобуси 630М-001, 630М-002 які експлуатуються на території України, належать південно-західній залізниці і використовуються на маршрутах Хмельницький–Вінниця і Гречани – Шепетівка, Здолбунів – Холм (Польща). На сьогодні в м. Києві налагоджена експлуатація рейкового автобуса на маршруті залізничний вокзал Центральний – аеропорт. Рейковий автобус являє собою відремонтований локомотив польської марки PESA. Наразі на маршруті курсує 27 пар потягів [2].

Рейковий автобус складається з декількох вагонів, зчеплених між собою. Несучий кузов кожного з них виготовлений з нержавіючої сталі, вікна вкесні, внутрішня обробка з полімерних матеріалів. Ходова частина складається з двох двовісних візків, оснащених дисковими гальмами. Силова установка фірми «Voith Turbo» (Німеччина), що отримала назву «PesaPack». До її складу входить: дизельний двигун MAN D2876 LF32 потужністю (301 кВт), гідропередача Voith Tr211re4, система охолодження фірми «Voith Turbo». Ця установка встановлена на ведучому вагоні.

Проведеними раніше дослідженнями, що метробус (автобусний поїзд, рейкобус) може конкурувати з метро у випадку його пасажиромісткості 250...300 чоловік і інтервалу руху 45...60 с. Така пасажиромісткість може бути забезпечена тільки рейкобусом у трисекційному варіанті.

Необхідну потужність силової установки рейкобуса можна визначити за відомою формулою [3]:

$$N_{ev} = \frac{f_v \times M_a \times g \times v_{max} + k_B \times F \times v_{max}^3}{1000 \times \eta_M},$$

де  $M_a$  – маса рейкобуса,  $f$  – коефіцієнт опору кочення коліс рейкобуса,  $g$  – прискорення вільного падіння,  $v_{max}$  – максимальна швидкість руху рейкобуса,  $k_B$  – коефіцієнт опору повітря,  $F$  – площа поперечного перерізу,  $\eta_M$  – ККД трансмісії рейкобуса.

На рис. 1 наведена залежність необхідної потужності силової установки від швидкості руху рейкобуса.

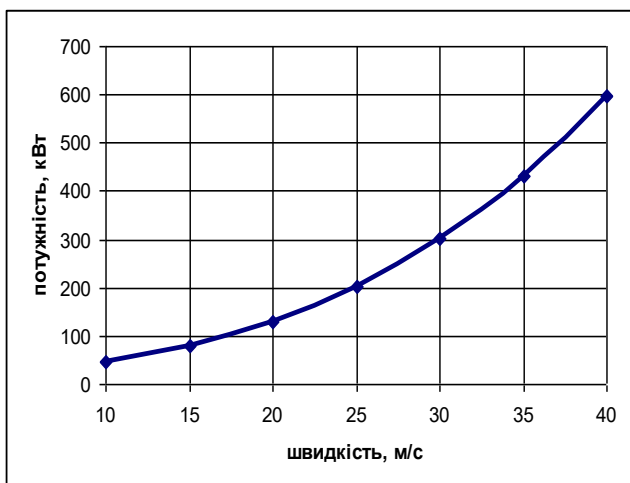


Рис. 1. Залежність потужності силової установки від швидкості руху рейкобуса

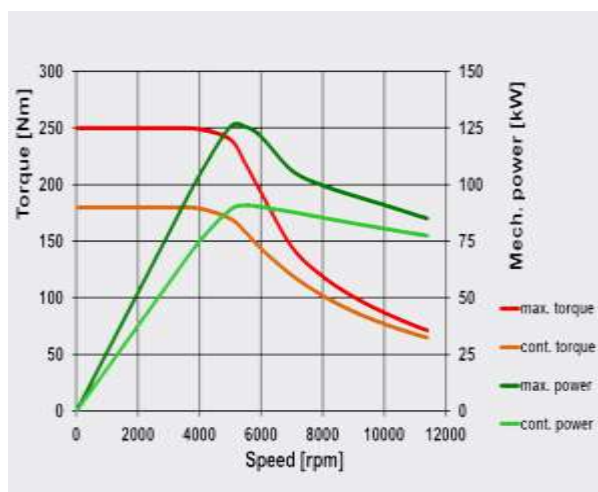


Рис. 2. Швидкісна характеристика електродвигуна BRASA HSM1-12/18/13

Як слідує з наведеної залежності, базова силова установка може забезпечити рух рейкобуса зі швидкістю 30 м/с. Для забезпечення руху рейкобуса з більшою швидкістю його можна дообладнати електродвигуном BRASA, швидкісна зовнішня характеристика якого наведена на рис. 2. Цей електродвигун може самостійно забезпечити рух рейкобуса зі швидкістю 23 м/с, що допустимо при їх експлуатації на окремих ділянках міських маршрутів.

[1] [Електронний ресурс]—Ресурс доступу <https://bus10.kz/index.php/menu2-brt>.

[2] [Електронний ресурс]—Ресурс доступу [https://uk.wikipedia.org/wiki/Рейковий\\_автобус](https://uk.wikipedia.org/wiki/Рейковий_автобус)

[3] Сахно В.П. та ін. Експлуатаційні властивості автотранспортних засобів. В 3 ч. Ч 1. Динамічність та паливна економічність автотранспортних засобів : [навчальний посібник] / В.П. Сахно, А.В. Костенко, М.І. Загороднов та ін. – Донецьк: Вид-во «Ноулідж» (донецьке відділення), 2014. – 444 с.

УДК 656.212.7

## УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ЦЕНТРУ ТРАНСПОРТНОГО СЕРВІСУ В ГАЛУЗІ КОНТЕЙНЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

## IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY OF OPERATION OF TRANSPORTATION SERVICE CENTER IN THE CONTAINER TRANSPORTATION SECTOR

*канд. техн. наук. О.М. Костенніков, канд. техн. наук. Д.І. Мкртичян  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*O. Kostiennikov, PhD (Tech.), D. Mkrtychian, PhD (Tech.)  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Контейнерні термінали із середніми обсягами роботи в основному розташовуються на станціях загального користування. При їх проектуванні

обсяги роботи були значно більшими, ніж зараз, тому ємність більшості контейнерних площадок на сьогодні перевищує потрібну. Частина площадок було законсервовано, але це викликає додаткові щорічні витрати на їх утримання, тому окремі керівники уклали угоди з підприємствами, які постійно виконують роботу з контейнерами, на оренду окремих контейнерних площадок або на окремі частини їх площ. На жаль сучасний стан контейнерного господарства на залізничній мережі України незадовільний. Так, серед 275 станцій роботу з контейнерами виконує понад 66 %, в тому числі понад 50 % – із середньотонажними, близько 13 % із середньо- та великотонажними і тільки 4 % – з великотонажними.

В результаті структурної реформи на залізничному транспорті значний обсяг транспортних послуг, що пов'язані з організацією перевезень, став предметом діяльності незалежних компаній, які працюють в умовах жорсткої конкуренції.

Робота з контейнерами практично вся зосереджена у Центр Транспортного Сервісу «Ліски». Із 115 контейнерних терміналів на Південно-Західній регіональній філії нараховується 29, Південній філії – 24, Придніпровській філії – 19, Львівській філії – 16, Донецькій філії – 15 та Одеській регіональній філії – 12. На сьогоднішній день регіональні філії 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 якості надання транспортних послуг, що найближчим часом може стати перешкодою для подальшого соціально-економічного розвитку держави [1].

Інноваційні технології пов'язані з новими формами організації перевезень. Це особливо актуально для центру транспортного сервісу, у власності якого знаходяться контейнери та платформи [2]. Одним із найбільш ефективних способів зниження витрат компанії є організація прямих контейнерних поїздів між терміналами, які є у власності компанії. Організація контейнерних поїздів користується попитом провідних логістичних компаній, які зацікавлені в прискореній доставці до одержувача значної кількості вантажу. Але на сьогодні значна частина перевезень вантажів в контейнерах виконується одиночними платформами в складі вантажних поїздів. Виходячи із світового досвіду розвитку контейнерних перевезень актуальним є створення контейнерних терміналів, які будуть мати можливість систематизувати та укрупнити розосереджені контейнерні потоки, а також розподіляти їх на термінали призначення шляхом організації прямих контейнерних поїздів, тобто будуть контейнерними накопичувально-розподільчими центрами.

Після проведеного аналізу сучасного стану контейнерних перевезень в Україні та аналізу вітчизняного та закордонного досвіду з організації контейнерних поїздів сформовано основні теоретичні положення інноваційної технології організації перевезень вантажів у контейнерах шляхом концентрації контейнерних потоків на терміналах, що являють собою накопичувальні та розподільчі центри і пов'язані між собою прямих контейнерних поїздів та

розроблено модель вибору контейнерних накопичувально-розподільчих терміналів із загальної кількості терміналів центру транспортного сервісу, що забезпечує мінімізацію фінансових ризиків компанії при створенні КНЦР.

[1] О.В. Лаврухін, Б.М. Немировський Удосконалення технології роботи контейнерних терміналів на основі впровадження інтелектуальних передових технологій «ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ». Збірник наукових праць ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна. Вип. 13. 2017р. с. 46-51

[2] Технологічний процес роботи контейнерного пункту станції Харків – Ліски. Типовий технологічний процес роботи контейнерного пункту. – Київ, 2007. – 28 с.

**УДК 656.223**

## **ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ МАЛОДІЯЛЬНИХ ДІЛЯНОК**

### **ORGANIZATION OF THE WORK OF RAILWAY STATIONS IN MALODIUM SECTIONS**

*асп. Н.А. Носко, д.т.н., проф. Д.В. Ломотько*

*Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*postgraduate N. A. Nosko, Doct. Of Science (tech.) professor D. V. Lomotko,  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Малодіяльні ділянки — залізничні колії загального користування з невисокою грузонапряжністю і низькою ефективністю роботи. Що ж мається на увазі під «невисокою грузонапряжністю» і «низькою економічною ефективністю»?

Низька ефективність виражається в економічному ефекті — витрати на утримання малодіяльних ділянок, штату співробітників, здійснення перевезень по цих ділянках і управління ними більше ніж доходи, одержувані від перевезень вантажів і пасажирів, тобто фінансово-економічний результат не забезпечує рентабельності від власної діяльності — тільки третина витрат покривається тарифними надходженнями [1].

Таким чином, ґрунтуючись на визначенні малодіяльних залізничних ділянок виникає питання — які заходи необхідно вжити для того, щоб компенсувати ПАТ «Укрзалізниця» понесені збитки?

Існує кілька напрямків роботи в рамках даної проблеми, основні з них:

- пошук вантажної бази для зростання завантаження ліній;
- оптимізація технології обслуговування ліній, скорочення витрат;
- закриття або передача на баланс зацікавленим сторонам не що має потенціалу розвитку ліній.

Почнемо з найбільш кардинальних заходів — закриття лінії. До даного рішення варто підходити виважено, тому що більшість малодіяльних ліній мають оборонне значення для держави, забезпечуючи спеціальні замовлення і



військові перевезення. Інші ж є соціально значущими, пов'язуючи віддалені міста і селища з великими містами й центрами, тим самим вирішуючи проблеми транспортної доступності територій. Крім цього, малодіяльні лінії стимулюють розвиток виробництва і зростання зайнятості населення, вирішують численні соціальні проблеми розвитку територій. Все це змушує місцеві органи влади негативно ставитися до закриття малодіяльних ділянок [2].

У деяких випадках замість закриття малодіяльних ліній застосовують її консервацію, тобто управління рухом перемикається на диспетчерську централізацію і в дорожній центр управління перевезеннями.

Але якщо закриття або консервація на певній малодіяльних лінії є заходами неможливими, то для скорочення витрат на утримання лінії проводиться оптимізація технології її обслуговування:

- Модернізація ділянки шляхом технічного переозброєння і реконструкції.
- Модернізація ділянки шляхом технічного переозброєння й реконструкції.

Є ще один варіант — малодіяльні залізничні ділянки передаються суб'єктам Укрзалізниці, продаються зацікавленим організаціям або здаються на умовах оренди, спільного підприємства або аутсорсингу. Подібні заходи застосовуються для залучення приватних коштів для поліпшення стану залізничних колій, залучення нових користувачів послуг і збільшення їх обсягу, підвищення доходів за допомогою отримання викупної ціни та орендної плати, а також зниження витрат на утримання залізничних колій.

Кожне з наведених напрямків роботи має свої переваги та недоліки, і кожне в певній мірі дозволить компенсувати витрати, понесені АТ «Укрзалізницею». Але всі вони не є універсальними й будь-яка з малодіяльних ділянок вимагає індивідуального підходу і прийняття правильного тільки для неї рішення, яке буде залежати від безлічі факторів.

1. Наявність альтернативних видів транспорту;
2. Об'ємні, якісні, фінансово — економічні показники роботи ділянки;
3. Перелік користувачів і соціальна значущість лінії.

Розглянуті питання ефективності змісту малодіяльних ділянок, запропоновані варіанти підвищення їх ефективності, заходи для компенсації вже понесених збитків від нерентабельності їх діяльності. Кожне із запропонованих заходів вимагає прийняття рішень, властивих конкретному малодіяльних ділянці.

[1] Носко Н.А. Визначення поняття малодіяльна станція. 14-та Міжнародна науково-практична конференція «Міжнародна транспортна інфраструктура, індустріальні центри та корпоративна логістика»(7-9.06.2018р. Харків).С.43-44.

[2] Васильєв А.А. Формування і розвиток малодіяльних залізничних ліній та розв'язання проблеми їх функціонування / А.А. Васильєв // Транспортна наука, техніка, управління - 2012, - № 10 - С. 17-19.

[3] Наказ від 12.11.2012р. №667 "Про затвердження Порядку визначення майна залізничного транспорту, що передається публічному акціонерному товариству "Українська залізниця" на праві господарського відання".

[4] Наказ 05.12.2000 N 555-Ц «Про затвердження та введення в дію загального Положення про залізничну станцію».

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ БАГАТООБОРОТНОЇ ТАРИ – ПИТАННЯ ТА ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ

### EFFICIENCY USED MULTI-TURN TARIFFS - ISSUES AND WAYS TO IMPROVE

*канд. техн. наук. А.Л. Кравець, О.О. Шапатіна, С.П. Кануннікова  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*A. Kravets, PhD (Tech.), O. Shapatina, S. Kanunnikova  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Відповідно до Правил при наданні до перевезення вантажі, що потребують тари для збереження їх від утрати, псування або пошкодження при перевезенні, повинні пред'являтися до перевезення у справній тарі, яка відповідає стандартам або технічним умовам, а вантажі, на тару і упакування яких стандарти та технічні умови не встановлено, – у справній тарі, що забезпечує їх збереження [1].

В кінцеву вартість товару закладається будь-яка тара, її ремонт та утримання, утилізація. За ознакою кратності використання тара поділяється на одноразову та багаторазову. І, з економічної точки зору, багаторазовна тара для власника є більш приваблива.

Окремим питанням, що потребує вирішення наразі є здійснення тарообігу, під яким розуміють комплекс операцій, пов'язаних з прийомом тари, вивільненням від вантажу, приведенням тари в порядок, організацією правильного зберігання і своєчасного повернення.

Для вирішення питань ефективно організації обігу тари наразі застосовують підхід пулінгу. Пулінг – це система обороту багаторазової тари, мета якої оптимізувати логістичні витрати на шляху доставки продукції від виробника до кінцевого споживача. В системі пулу транспортна тара циркулює в межах обмеженого кола компаній, які увійшли в нього. Кожен учасник володіє (розпоряджається) необхідною кількістю тари в певний проміжок часу, після чого передає її наступному учасникові.

За останні 30 років пулінг став основою для організації обігу багаторазової тари за кордоном. Найбільші пулінгові компанії оперують на декількох континентах з парком багаторазової тари, що перевищує сотні мільйонів штук, які до них належать:

Схема роботи в системі пулінгу наступна: пулінгова компанія пропонує компаніям-замовникам багаторазову тару на умовах оренди. Використовуючи пулінг, підприємство не несе інвестицій в оборотну тару, в тому числі по забезпеченню резервних запасів тари для покриття тижневих і сезонних піків. При пулінгу підприємство платить фіксовану орендну плату за фактично

використану тару і не несе ніяких витрат, пов'язаних з поповненням тари, що вибула з обороту [2].

За даними дослідження [3] можна констатувати, що більшість підприємств позитивно відносяться до застосування системи пулінгу у власній діяльності.

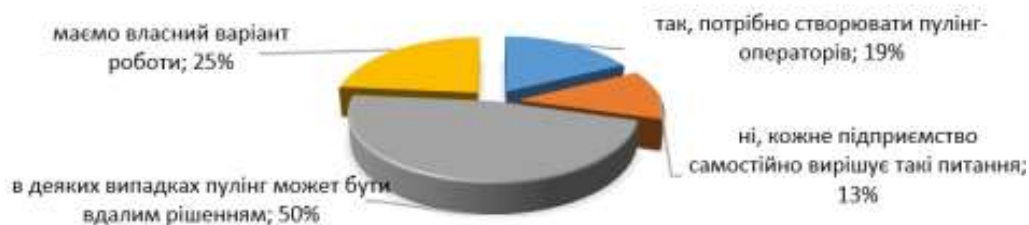


Рис. 1. Система пулінгу, як вирішення питань роботи з оборотною тарою

Також питання ефективності застосування пулінгу є дуже актуальними у системах доставки вантажів у внутрішньому і міжнародному сполученні. Окрім цього, маємо ще багато питань з обліком заставної тари, її зносом і утилізацією.

[1] Правила приймання вантажів до перевезення: нормативний документ [https://www.uz.gov.ua/cargo\\_transportation/legal\\_documents/](https://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/legal_documents/).

[2] История пулинга. Украинская пулинговая компания «Бекристон».

[3] Пакування і зберігання вантажів: стандартів, пулінг, та трохи історії <https://logistics-ukraine.com/>.

УДК 629.4.014.4

## ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ХОДОВИХ ЧАСТИН РУХОМОГО СКЛАДУ НА ЗНОС ГРЕБНІВ КОЛІСНИХ ПАР

### THE INFLUENCE OF STRUCTURAL FEATURES OF THE ROLLING STOCK COMPONENTS ON THE WEAR DEMOLITION

*Є.П. Зуб*

*Державний університет інфраструктури та технологій (м. Київ)*

*Ie.P. Zub*

*State University of Infrastructure and Technologies (Kyiv)*

На мережі залізниць колії 1520 мм проблема стійкої взаємодії системи «колесо-рейка» до сих пір актуальна. Способи та засоби, що спрямовані на вирішення даної проблеми, зосереджені в основному на таких напрямках, як заміна стандартного колісного профілю на модернізовані, збільшення твердості коліс та рейок, нанесення різних мастил на поверхні кочення в вузол взаємодії колеса і рейки.

Вплив різних факторів на надмірний знос гребнів колісних пар досліджуються вже багато років, і як правило найбільша увага приділяється дослідженню діючого навантаження (контактний тиск колеса на рейку), виду і режиму руху рухомого складу, впливу навколишнього середовища, фізико-хімічній модифікація поверхонь в процесі тертя і зносу та багато інших. Але однією з причин вище вказаної проблеми є робота та конструктивні особливості ходових частин вагона.

Одним з факторів, що впливають на інтенсивний знос гребнів коліс, є перекоє колісних пар відносно осі колії та рами візка. Зсув зносу за профілем поверхні кочення та різниця в зносі лівої і правої поверхонь однієї колісної пари залежить від перекоє колісної пари. При перекоє колісної пари в рамі візка знос за профілем поверхні кочення розташовується нерівномірно.

На відстаючій стороні колісної пари по ходу, поверхня кочення якої є набігаючою, максимальний знос зміщений в сторону внутрішньої грані поверхні кочення, а на протилежній поверхні кочення знос зміщується в бік зовнішньої грані. Вплив перекоє візка або колісних пар на знос гребнів визначається по фактору зносу і з аналізу статистичних даних про зв'язок зносу гребнів з перекоєм. Практика показує, що колісні пари в візку можуть встановлюватись з одностороннім перекоєм і тоді права чи ліва боковина рами зміщується вперед при русі в одну сторону. При зміні напрямку руху змінюються умови зносу в зв'язку з перекоєм рами візка. До такого стану візка в експлуатації можуть привести відмінність в діаметрах по колу катання після їх обточування, а також різна конусність профілю бандажа.

Також підлягає дослідженню наявність впливу конструктивних особливостей візків вантажних вагонів на знос гребнів. При дослідженні даного питання виявлено, що при модернізації візків застосування ковзунів А. Стакі в поєднанні зі стандартним (для країн СНД) профілем коліс дозволяє значно поліпшити динамічні якості вагона, але в порівнянні з використанням серійного варіанту жорстких ковзунів зменшується ресурс коліс. Суттєво зменшити знос пари «колесо - рейка» і створити сприятливі передумови для ефективного застосування пристроїв А. Стакі на візках моделі 18-100 дозволяє розроблений в Україні зносостійкий профіль коліс ІТМ-73.

Проаналізувавши наукові роботи, ми маємо підтвердження, що для значного зменшення зносу гребнів коліс необхідна зміна технології виготовлення і ремонту візків, що дозволяє забезпечити підвищені вимоги до допусків на завищення клинів, поздовжній зазор в буксових прорізах і їх різницю на одній колісній парі, різницю баз бічних рам, різниця зазорів в ковзунах, і будь-які зміни в конструкції візків рухомого складу впливають не тільки на покращення чи погіршення динамічних якостей самих візків, але і на ресурс поверхонь кочення колісних пар.

Для повноцінного аналізу, надання подальших рекомендацій необхідно проводити дану роботу і щодо особливостей експлуатації візків пасажирських вагонів, адже кількість відчеплень вагонів, причиною яких є саме гребневі дефекти, має стало високий відсоток по відношенню до інших несправностей пасажирських вагонів. Як приклад, серед працівників пасажирських вагонних

депо є нарікання на підвищений знос гребнів колісних пар на візках, які пройшли модернізацію для підвищення пробігу з 300000 км до 450000 км, і де були замінені металеві ковзуни візків на ковзуни з композиційних матеріалів.

Автором даної роботи в подальшому планується проведення дослідження даної залежності за рахунок аналізу відчеплень вагонів за гребневими дефектами, прив'язка даних відчеплень до типу візків, що застосовуються.

**УДК 656.073.7**

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНОГО  
ОБСЛУГОВУВАННЯ ЗА РАХУНОК РАЦІОНАЛІЗАЦІЇ ЧАСУ  
ПЕРЕБУВАННЯ АВТОМОБІЛЮ В ПУНКТАХ НАВАНТАЖЕННЯ ТА  
РОЗВАНТАЖЕННЯ**

**IMPROVING THE EFFICIENCY OF TRANSPORT SERVICES BY  
STREAMLINING THE TIME AT LOADING AND UNLOADING POINTS BY  
TRUCKS**

*доцент К.Г. Ковцур, Н.В. Птиця*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет (м. Харків)*

*PhD (Tech.) K. Kovtsur, N. Pitysia*

*Kharkiv National Automobile and Highway University (Kharkiv)*

На сьогодні транспорт є запорукою існування економіки країни та держави в цілому. Більша частина перевезень припадає саме на автомобільний вид транспорту. Складовою частиною, від якої залежить значення продуктивності та загальних витрат на виконання процесу перевезення вантажів, є непродуктивні простой транспортних засобів, що виникають, переважно, у пунктах навантаження / розвантаження (Н/Р).

Ситуація на ринку транспортних послуг носить стохастичний характер, що ускладнює роботу автотранспортних підприємств. Розробка моделі часу Н/Р дозволить зменшити загальні витрати всіх учасників транспортного процесу та якісно спланувати роботу перевізникам. Тому необхідно визначити групу параметрів, що характеризують умови перевезень і впливають на показники роботи транспорту у пунктах Н/Р при доставці товарів на склад. Знаходження параметрів, які, повною мірою, характеризують умови перевезень і впливають на показники роботи транспорту у пунктах Н/Р при доставці товарів на склад дозволить підвищити ефективність транспортного обслуговування в ланцюзі постачань.

Норми часу, які витрачаються транспортними засобами (ТЗ) під Н/Р, для визначення економічних показників роботи часто приймаються з Прейскуранта 13-01-02 [1], але вони мають тільки рекомендаційний характер, та на сьогодні є застарілими. З плином часу характеристики ТЗ, тари та навантажувальних

механізмів змінилися, тому розроблені нормативи не відображають реальні параметри роботи транспорту.

Аналіз досліджень залежності продуктивності автомобіля від часу його перебування в пунктах Н/Р показує, що добова продуктивність ТЗ при незмінних часу на маршруті, номінальній вантажності та статичного коефіцієнту використання вантажопідйомності виявляється у зворотній пропорційній залежності від тривалості їздки ТЗ  $t_i$ . Звідси виходить, що за рахунок скорочення часу на поїздку ТЗ можна збільшити його продуктивність [2, 3]. В роботах багатьох вчених методика визначення часу Н/Р в явному вигляді не представлена, або задаються середні значення [4 - 7]. Автор [8] пропонує визначення часу обслуговування виходячи зі способу й організації Н/Р робіт, кількості вантажу, що підлягає навантаженню, обсягу попутного збору та витрати часу на Н/Р однієї тони вантажу. Фактичний час обслуговування має непостійний характер, що свідчить про його коливання і значну похибку при визначенні. У [9] час простою ТЗ під час виконання Н/Р операцій визначається, перш за все, продуктивністю механізмів, що обслуговуються. Кожен вантажний пункт являє собою окремо функціонуючу систему зі своїми витратами часу.

Отже вчені відзначають суттєвий вплив часу знаходження ТЗ в пункті Н/Р на ефективність транспортного обслуговування, але в роботах не приводиться чітких методик визначення впливу факторів на час знаходження ТЗ у пункті.

Час знаходження автомобіля у пункті Н/Р можна представити як суму певних відрізків часу (час маневрування; очікування обслуговування; обслуговування; оформлення документів). Вагомими факторами, що мають вплив на нього є: фактична вантажність автомобіля –  $q_f$ , інтенсивність прибуття ТЗ –  $\lambda$ , кількість постів Н/Р –  $n$ , спосіб проведення робіт з Н/Р (немеханізований та механізований) –  $p$ .

Дослідження складових процесу доставки проводилося за допомогою регресійного аналізу. Отримані дані дозволили виявити залежності від параметрів системи доставки, що дає можливість отримання більш точних даних часу простою автомобілю в пунктах Н/Р, що дозволить підвищити ефективність транспортного обслуговування.

- [1] Единые тарифы на перевозку грузов. Прейскурант №13-01-02. Госкомцен УССР. – Киев: 1989.
- [2] Северин А.А., Шулика О.А. Оптимизация критерия оценки эффективности технологии доставки тарно-штучных грузов, ХНАДУ, 2017.
- [3] Курейчик В.М., Рокотянский А.А. Генетический алгоритм решения логистической задачи, 2012.
- [4] Куш Е.И., Галкин А.С., Фиялко Н.А. Планирование транспортного процесса перевозки грузов
- [5] Уланкова Н.А. Формирование объемов деятельности предприятий автомобильного транспорта, НОУ СПО «Горно-Алтайский экономический техникум Респотребсоюза РА».
- [6] Рыжиков Ю.И., Теория очередей и управление запасами, 2003
- [7] Миротин Л.Б., Транспортная логистика, 2003
- [8] Воркут А. И. Грузовые автомобильные перевозки. – Киев: Высш. шк. Головное изд-во, 1986. – 140с.
- [9] Мочалин С.М., Володина А.М. Анализ влияния времени погрузки и разгрузки подвижного состава на эффективность функционирования автотранспортной системы доставки грузов, 2011.

**УДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ ВАГОНОПОТОКАМИ НА ОСНОВІ  
ФОРМУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕВІЗНИХ  
ПРОЦЕСІВ**

**IMPROVEMENT OF WAGON TRAFFIC MANAGEMENT ON THE  
BASIS OF FORMATION AN AUTOMATED TECHNOLOGY OF  
TRANSPORTATION PROCESSES**

*Канд. техн. наук Г.Є. Богомазова, канд. техн. наук В.І. Шевченко,  
О.Л. Чудна  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*H. Bohomazova, PhD (Tech.), V. Shevchenko, PhD (Tech.), O. Chudna  
Ukrainian State University Of Railway Transport (Kharkiv)*

Сьогодні стають все більш очевидними вияви застарілої форми управління ресурсами залізниці, що не відповідає актуальним тенденціям світового транспортного ринку і призводить до зниження рівня конкурентоспроможності залізничної галузі. За останні 5 років спостерігається тенденція до скорочення обсягів перевезення вантажів залізничним транспортом, збільшується обіг вагона, підвищується їх простій в очікуванні локомотивів [1]. Дослідження елементів обігу вантажних вагонів доводить, що більше ніж у 50 % випадків вагони простоюють на початкових та кінцевих станціях маршруту, тобто на “першій та останній милі”.

Однією з основних проблем роботи залізничного транспорту є незадовільний стан вантажного рухомого складу та тягових ресурсів, а також необґрунтовані простої вагонів на станціях навантаження та вивантаження. У зв'язку з чим, усе частіше відбувається прострочення термінів доставки вантажу, що призводить до фінансових ризиків у вигляді виплати штрафу. Простої вагонів на станції відправлення в очікуванні вантажних та тягових ресурсів веде до появи ефекту “першої милі”. Аналіз елементів обігу вагона показав, що найбільший час витрачається при перебуванні рухомого складу на станції вивантаження. Експериментальні дослідження довели, що майже у 70 % випадків спостерігається перевищення нормативного часу перебування на станції призначення. Перешкодою на шляху переміщення експортних вантажів за умови своєчасної доставки є простої вагонів на припортових і прикордонних перевантажувальних станціях у зв'язку із завантаженістю інфраструктури на цих напрямках. Такі показники відображають незлагодженість роботи залізниці із портом та митницею. Тобто виникає ефект “останньої милі”. У разі завантаженості напрямку перевезення значно зростає як кількість затриманих поїздів, так і час затримки, що спричинений простоєм поїздів як на початковому, так і на завершальному етапі перевезення.

З цією метою вирішено задачу формування ефективної автоматизованої технології управління вагонопотоками на залізничних напрямках, яка дає можливість диспетчерському апарату приймати обґрунтовані рішення щодо усунення затримок у перевізному процесі з урахуванням “першої та останньої милі”, а також більш точно обчислити величину фінансового ризику.

Для більш чіткої організації перевізного процесу формалізовано технологічний процес перевезення вантажів на залізничних напрямках у вигляді оптимізаційної математичної моделі процесу просування вагонопотоків. Цільова функція моделі представляє сукупні експлуатаційні витрати та заснована на використанні інтеграла Лебега-Стілтєса, що враховує ефект “першої та останньої милі”. Враховуючи отримані дані щодо імовірності несвоєчасного прибуття вагонів, сформована математична модель дозволяє управляти часом перебування вагонів на “першій та останній милі”, а також визначати величину можливих ризиків, що виникають у процесі експлуатації вагонів і призводять до збільшення витрат залізниці.

На основі запропонованої оптимізаційної моделі сформовано автоматизовану технологію управління вагонопотоками, що реалізується у вигляді СППР диспетчерського апарату. СППР інтегрується до АРМ ДНЦ-Є на напрямку, що підключене до єдиної автоматизованої системи керування вантажними перевезеннями Укрзалізниці. Сформована автоматизована технологія управління перевізним процесом надає інформаційну та технологічну підтримку диспетчеру для раціонального управління перевезеннями на напрямку при зменшенні витрат залізниці на транспортування вантажу в умовах невизначеності [3].

Реалізація автоматизованої технології оптимального управління перевезеннями зменшує експлуатаційні витрати приблизно на 10 % у порівнянні з витратами, що розраховуються за існуючою методикою визначення фактичної собівартості перевезень вантажів. Такий показник підтверджує доцільність впровадження запропонованої технології в економічному відношенні. Визначення економічного ефекту з наростаючим підсумком на певному напрямку надало можливість отримати 54,16 млн грн на п'ятий рік застосування запропонованої автоматизованої технології управління вагонопотоками.

[1] Офіційний сайт АТ «Укрзалізниця». URL: [http://www.uz.gov.ua/cargo\\_transportation/general\\_information/indicators\\_of\\_transit](http://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/general_information/indicators_of_transit).

[2] Butko T., Kostienikov O., Parkhomenko L., Prohorov V., Bogomazova G. Formation of an automated technology of cargo transportation control on the direction. *Eastern-European journal of enterprise technologies*. 2019. Vol. 1, № 3 (97). P. 6–13. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.156098.

[3] Богомазова Г.С. Формування автоматизованої технології управління вагонопотоками на залізничних напрямках: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.01. Харків, 2019. 22 с.



# ЛОГІСТИЧНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЗАМОВЛЕННЯМИ

## LOGISTICS ORDER MANAGEMENT SYSTEM

*Канд. екон. наук Гриценко Н.В.*

*Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*N. Hrytsenko, PhD (Econ.)*

*Ukrainian State University Of Railway Transport (Kharkiv)*

Складно уявити собі бізнес, здатний існувати, а тим більше розвиватися без транспортування різних вантажів. Сировину потрібно доставити на виробництво, готовий товар посереднику, а від посередника споживачеві. Організувати все переміщення, звівши витрати до мінімуму - в цьому і полягає основне завдання транспортної логістики.

Сучасна транспортна логістика охоплює три головні галузі, по перше, це контроль над операціями з товаром, доставка на маршрутах товарів, із застосуванням різних середніх комунікацій та нових інформаційних технологій; по друге, процес організації та планування доставки грошей з мінімальними фінансовими рахунками; в третє, представлення необхідної інформації для вантажовласника [1].

При всіх перелічених чинниках необхідна система управління замовленнями, яка виконує важливу роль для безперебійної системи формування єдиного механізму між вантажовласником та перевізником. Обов'язково укладається договір між перевізником і відправником, за яким перший зобов'язується доставити вантаж до зазначеного пункту у встановлені терміни, а другий - оплатити перевезення за встановленим тарифом.

Логістична система управління замовленнями є першою точкою логістичної системи пов'язаною з клієнтами, керуючи отриманням замовлення і розміщенням. Це інтерфейсна система (IS) [2,3].

Система управління замовленнями тісно пов'язана з системою перевірки доступності продукту. Ваше замовлення товару може бути доступним із запасів або можуть бути вказані в виробничих графіках. Це надає інформацію про місцезнаходження продукту в мережі поставок, у доступній кількості і, можливо, передбачуваний час доставки. Після перевірки доступності продукту і прийняття часу доставки покупцями, наступний крок - перевірка кредиту. На цьому етапі система управління замовленням зв'язується з фінансовою інформаційною системою для перевірки кредитоспроможності клієнта. Як тільки замовлення прийняте, система призначить продукт замовлення клієнта, призначить його виробничому місцю, зменшить запас і підготує рахунок, коли відвантаження буде підтверджено.

Способи оформлення та розміщення замовлень клієнтів можуть варіюватися від повністю ручного до автоматичного, коли комп'ютер клієнта безпосередньо підключається до системи продавця без участі людини. У кожній ситуації існують явні компроміси між вартістю і якістю інформації. При автоматичному

розміщенні замовлень швидкість і точність процесу зростають. Однак початкові витрати перевищують ручні замовлення через необхідність системних засобів [4].

Автоматизація функції обробки замовлень має багато переваг для компаній. Перший - це поліпшення обслуговування клієнтів за рахунок збільшення швидкості і точності. Наприклад, за рахунок збільшення швидкості процесу розміщення замовлення час циклу замовлення може бути скорочено, а це означає, що клієнтам не потрібно мати так багато страхового запасу. У цьому випадку, коли замовлення клієнта отримано, система може негайно інформувати клієнтів про статус замовлення, включаючи наявність товару, дати доставки і доступність кредиту. Якщо замовлення виділений із запасів, рівні запасів оновлюються автоматично; якщо товару немає на складі, то, згідно з планування виробництва, передбачувана дата поставки надається покупцям. Ще однією перевагою для фірми є запобігання втручанню людини в функції обробки замовлень, оскільки в даний час ця діяльність в значній мірі комп'ютеризована.

Автоматизація також має фінансові переваги, такі як створення рахунків клієнтів в той же день, що і відвантаження, що прискорює рух грошових коштів. Нарешті, менше помилок білінгу і канцелярських помилок.

Отже, виходячи з вище наведеного, транспортна логістична система потребує удосконалення системи управління замовленням. Яка, на відміну від існуючої, буде більш гнучка до зовнішніх та внутрішніх факторів, а саме головне буде враховувати побажання вантажовласників (необхідність прискорення доставки вантажу)

Також сучасна автоматизована програма обробки замовлень матиме особливі переваги для клієнтів, що підвищує конкурентноздатність вантажовласника. Подібна система розраховує маршрути з урахуванням моделі транспортної мережі, пропуску транспорту в певні міські райони, обсягу і ваги продукції. Рішення дозволяє отримати наочне порівняння запланованих і фактичних маршрутів на електронній карті. В результаті можна встановити відхилення маршруту від плану, усунути нецільове використання транспорту, необґрунтовані простої, а також вирішувати ряд інших аналітичних завдань.

[1] Альошинський Є. С. Сучасні концепції аналізу функціонування транспортного процесу міжнародних вантажних перевезень / М. І. Данько, Є. С. Альошинський // Збірник наук. праць. – 2009. – №102 – С. 5–14.

[2] Бабушкін Г. Ф. Вибір виду і організація роботи транспорту для логістичних транспортних систем / Г. Ф. Бабушкін, О. Д. Омельченко, Р. С. Суботін // Восточно-Европейський журнал передових технологій. – 2005. – №5/2(17). – С. 8–13.

[3] Рославцев Д. М. Оцінка ефективності рішень в проектах модернізації логістичних ланцюгів / Д. М. Рославцев // Восточно-європейський журнал передових технологій. – 2010. – №5/3(47). – С. 18–20.

[4] Mortimer, P. & Ribeiro, J. & Kula, P. & Balik, S. & Mistodie O. Design of integrated and co-ordinated multimodal transport systems – North Sea – Mediterranean Corridor. Transport Problems. 2014. Vol. 9. Special Edition, P. 71-88.

**ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОГО ФУНКЦІОНАЛУ В  
ТРАНСПОРТНИХ ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМАХ**

**APPLICATION OF NEURAL NETWORK FUNCTIONAL IN  
TRANSPORT LOGISTIC SYSTEMS**

*О.М. Харламова, М.Ф. Зінченко, канд. техн. наук П.О. Харламов  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*О.М. Kharlamova, M.F. Zinchenko, P.O. Kharlamov, PhD (Tech.)  
Ukrainian state university of railway transport (Kharkiv)*

Для оцінки ефективності функціонування логістичної системи й діяльності персоналу логістичного менеджменту транспортного підприємства необхідна наявність процедури оцінки результатів рішень, прийнятих персоналом служби логістики. Оцінка результатів керування логістикою забезпечує зворотний зв'язок, необхідну для ефективного менеджменту. У цьому сенсі вимір результатів роботи служби логістики має два аспекти:

1. установлення певної системи заходів (кількісних і якісних показників, критеріїв, шкал відносини й переваги);
2. безпосередній вимір результату прийняття управлінських рішень [1].

Завдання прийняття рішень (ЗПР) зустрічаються в усіх без винятку галузях знань і відрізняються більшою різноманітністю. ЗПР має місце тоді, коли необхідно зробити вибір кращого в певному змісті варіанта серед заданої безлічі альтернатив. Будь-який вибір пов'язаний із процесом обробки інформації про альтернативи, про критерії якості, про можливі результати, про системи переваг і способи відображення безлічі припустимих альтернатив у безліч критеріальних оцінок можливих результатів. Залежно від виду такого відображення ЗПР підрозділяють на наступні категорії:

- завдання в умовах визначеності, які характеризуються повною й точною (як правило, кількісною) вихідною інформацією й детермінованим відображенням безлічі альтернатив у безліч критеріальних оцінок, тобто є адекватний математичний опис проблеми. Для розв'язку таких завдань звичайно застосовуються методи математичного програмування;
- завдання в умовах ризику, коли можливі результати можна описати за допомогою деякого імовірнісного розподілу, для побудови якого необхідно мати статистичні дані або експертні оцінки. Звичайно для рішення завдань цього типу застосовуються методи теорії корисності;
- завдання в умовах невизначеності, коли вихідна інформація є неповною, неточною, не кількісною, а вид формального відображення є або занадто складним, або не відомий. У таких випадках для розв'язку ЗПР залучаються знання експертів. Для вистави й обробки цих знань використовуються різні методи прикладної теорії прийняття рішень і методи штучного інтелекту [2].

Існуючі системи штучного інтелекту – інформаційні системи, призначені забезпечити автоматизацію транспортної логістики, дозволяють збирати й акумулювати велику кількість інформації для наступного аналізу й застосування отриманих даних з метою керування діяльністю транспортних компаній. Безліч даних, з якими працюють такі системи, дозволяє розрахувати час, необхідний співробітникові або обладнанню для здійснення тієї або іншої операції, а при зниженні продуктивності сповістити менеджера про ситуацію, що склалася. Інша справа, що в активно використовуваній системі число подій, які реєструються, навіть за одну добу роботи, може обчислюватися тисячами, а то й десятками тисяч. Саме тому виникає гостра необхідність у налагодженні зворотного зв'язку з аналітичною підсистемою, яка деякою мірою сама обробляла б отриману інформацію й представляла її керуючому персоналу вже в агрегованому виді, зручному для перегляду й аналізу.

Багато підприємств працюють в умовах відсутності спеціального аналітичного відділу, тому що ці функції розподіляються між співробітниками різних підрозділів. Тому на запитання, наскільки результати тих або інших операцій залежать від різних факторів, досить рідко можна одержати повну й розгорнуту відповідь. Саме в таких умовах використання комплексів нейронних мереж для збору даних, їхнього аналізу й прогнозування результатів є істотним і корисним доповненням до знань співробітників.

Нейронна мережа здатна навчатися на основі існуючих параметрів операцій і фактичних результатах їх завершення за певний період часу. Накопичуючи дані, інструменти на основі нейромереж формують взаємозв'язки подій і результатів. Фактично це паралельне накопичення того «досвіду», який осідає в голові керуючого фахівця. У нейронних мережах можна настроїти й комбінувати різні принципи їх навчання й у результаті добитися одержання коректних результатів. Мережа самостійно визначає ступінь впливу тих або інших факторів на результат операцій, і чим більше даних у неї надходить, тем вище ймовірність одержання від неї необхідних результатів. Через певний період накопичення даних вона стане серйозним інструментом аналізу на основі практичної роботи конкретного, а не абстрактного підприємства [3].

[1] Сергеев В.И. и др. «Корпоративная логистика», «Инфра-М» 2004.

[2] Борисов А. Н., Вильомс Э. Р., Сукур Л. Я. Диалоговые системы принятия решения на базе мини-ЭВМ [текст]. Информационное, математическое и программное обеспечение. Рига: Зинатне, 1986

[3] Блинов Д. В. Применение нейросетей в оперативной логистике [текст]// Транспорт Российской Федерации. 2007. № 8. С. 42-43.

## АНАЛІЗ СТАНУ КОНТЕЙНЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УКРАЇНІ

### ANALYSIS OF THE STATE OF CONTAINER CARRIAGE IN UKRAINE

*докт. техн. наук Д.В. Ломотко, аспірант К.С. Байдіна  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*D. Sc. (Tech.) D.V. Lomotko, postgraduate K. S. Baidina  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Контейнерні вантажоперевезення – це універсальний вид вантажних перевезень на будь-які відстані і призначені для переміщення великих обсягів вантажів. Вантажним контейнером називається одиниця транспортного обладнання багаторазового використання, що призначена для розміщення в ній вантажу. Одним з основних показників, що характеризують якість використання контейнерів, є оборот контейнера.

Основною тенденцією в розвитку вітчизняного та світового транспорту є швидкий ріст контейнерних перевезень, які в максимальній мірі відповідають вимогам ринкової економіки. Вони стають невід’ємною частиною товаросупровідної розподільчо-складської системи, що забезпечує безперебійну доставку різної продукції в торгову мережу, а також вантажів виробничо-технічного призначення в галузь промислового виробництва.

У 2018 році в українських портах було перевалено 846,5 тис. TEU. У тоннах вантажообіг контейнерних вантажів склав 10,9 млн. Цей показник став рекордним за останнє десятиліття.

Обсяги перевезень контейнерів залізницею також виросли. У 2018 році було перевезено 334 963 TEU, що на 13% більше, ніж в 2017 році. У складі контейнерних поїздів, яких на постійній основі курсує 17, в тому числі 7 транзитних, - в минулому році перевезли 95 700 TEU.

В УЗ також зазначили, що контейнерні перевезення займають 1,7% від загальних обсягів перевезених вантажів залізничним транспортом (у 2018 році цей показник становив 1,5%, у 2017 році – 1,1%).

За 9 місяців 2019 року територією України залізничним транспортом перевезено 278,5 тис. контейнерів у двадцятифутовому еквіваленті (ДФЕ), що на 10,2% більше від обсягів перевезень за аналогічний період минулого року [1].

В УЗ також зазначили, що контейнерні перевезення займають 1,7% від загальних обсягів перевезених вантажів залізничним транспортом (у 2018 році цей показник становив 1,5%, у 2017 році – 1,1%).

Основною проблемою залізничного транспорту є підвищення рентабельності та конкурентоспроможності на основі покращення якості обслуговування, удосконалення тарифної політики, технології та організації вантажних перевезень. Ця проблема потребує комплекс рішень, які частково

вирішуються за допомогою використання контейнерних перевезень, а саме контейнерні поїзди дозволяють: знижувати терміни доставки контейнерних вантажів, що перевозяться залізничним транспортом; збільшувати роботу контейнерів і вагонів за рахунок скорочення їхнього обороту; зменшувати обсяг сортування на станціях. Перевезення контейнерів у наскрізних поїздах до місць призначення виключають переробку на сортувальних станціях, а також підвищують схоронність вантажів і контейнерів.

Чинником, що перешкоджає розвитку контейнерних перевезень – є дефіцит логістичних центрів. Логістичний центр координує складське і транспортне обслуговування, надає інформаційне забезпечення і контролює рух вантажів. Він повинен мати у своєму розпорядженні розвинену інфраструктуру, що включає в себе сучасні спеціалізовані будівлі з висотою стель від десяти метрів, з підлогами з антипиловим покриттям, обладнані системами відеоспостереження, кондиціонування повітря тощо, вантажно-розвантажувальну техніку, під'їзні шляхи, митні пункти та офісні приміщення.

Важливою умовою розвитку контейнерних перевезень є посилення їх інформаційного забезпечення. При контейнерних перевезеннях необхідно в реальному масштабі часу створити інформаційне середовище, яке відображатиме експлуатаційний і технічний стан кожного об'єкта управління та забезпечити необхідною інформацією всіх учасників транспортного процесу. Це можливо при створенні мережі інформаційних логістичних центрів.

Таким чином, сучасний стан контейнерних перевезень можна охарактеризувати як той, що постійно розвивається із поступовим збільшенням обсягів перевезень у контейнерах, використанням сучасного технічного обладнання та постійним вдосконаленням технології перевезення, де слід максимально впроваджувати прямі схеми постачання виробник – споживач.

[1] Контейнерні поїзда та контейнерна перевалка [Електронний ресурс]. – Режим доступу [https://cfts.org.ua/infographics/konteynerye\\_poezda\\_i\\_konteynerna\\_perevalka](https://cfts.org.ua/infographics/konteynerye_poezda_i_konteynerna_perevalka)

**Секція  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНЕ ПРОЕКТУВАННЯ  
ТА СЕРВІС НА ТРАНСПОРТІ**

**УДК 656.212.5(477):656.615**

**УДОСКОНАЛЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ РОЗРАХУНКУ  
ПАРАМЕТРІВ ОБРОБКИ ВАГОНІВ У ПРИПОРТОВОМУ ВУЗЛІ**

**IMPROVEMENT OF THE AUTOMATED SYSTEM FOR CALCULATING  
THE PARAMETERS OF WAGON HANDLING IN THE PORT SITE**

*докт. техн. наук О.М. Озар, Г.І. Шелехань, Т.В. Муригіна  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*O.M. Ohar, Doct. of Tech. Sc., G.I. Shelekhan, T.V. Murygina  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Геополітичне розташування залізничних станцій припортових вузлів на українському узбережжі дає змогу гнучко змінювати технологію роботи сортувальної станції на основі оптимального завантаження технічних пристроїв та розвитку інформаційної взаємодії з припортовими станціями. В основу інформаційної взаємодії сортувальної станції з припортовими слід покласти електронний документообіг натурального листа та електронної накладної, які є основою для сортування і розподілу вагонопотоків на зазначених станціях.

Єдиним інформаційним середовищем для цього можуть стати автоматизовані робочі місця маневрового диспетчера сортувальної станції припортового вузла та диспетчера залізничної служби порту, створені на основі електронного документообігу між ними з базою, яка поєднає у собі інформацію про стан обробки кожного експортного вагона та інформацію про причал або вантажний фронт, на який прямує вагон.

Таким чином, виникає необхідність створення системи підтримки прийняття рішень (СППР) з формування составів передавальних поїздів на сортувальній станції на адресу припортової станції. Зазначена СППР повинна допомогти оперативним працівникам станцій припортового вузла в управлінні на рівні планування місцевої роботи. В основу такої СППР повинна бути закладена сукупність взаємопов'язаних дій, що виконуються послідовно та визначають ведення таких технологічних процесів підсистеми формування станції:

- розформування составів на гірці;
- підбирання подач і передач вагонів призначенням на вантажні fronti;
- формування составів передавальних поїздів;
- розподіл маневрових локомотивів підсистем формування сортувальної та припортової станцій згідно обсягів виконуваної роботи.

Для ефективної реалізації СППР необхідне надання оперативного доступу до єдиної автоматизованої системи керування вантажними перевезеннями АСК ВП УЗ-Є та міжнародної системи стандартів електронного обміну даними UN/EDIFACT [1] з метою обробки отриманої інформації для проведення розрахунків раціональних конструктивно-технологічних параметрів з формування составів передавальних поїздів на адресу припортових станцій. Надання необхідної інформації повинно відбуватися за запитом маневрового диспетчера опорної сортувальної станції, оброблене у автоматизованій системі та оформлене у вигляді готового рішення щодо плану місцевої роботи на станції на найближчий період роботи.

На першому етапі застосування СППР відбувається вибір періоду планування місцевої роботи на сортувальній станції. Мінімальним періодом планування роботи на сортувальній станції є 4-годинний період, а максимальним – 6-годинний, що забезпечить найбільшу точність вхідної інформації від сусідніх технічних станцій на маршруті прямування вагонопотоків для проведення автоматизованих розрахунків.

Після вибору періоду планування відбувається збір та обробка попередньої інформації. Передбачається, що СППР працюватиме на основі обробки даних, які, окрім інформації про вагони із системи АСК ВП УЗ-Є, будуть містити дані про судна, що надходять до порту, із системи стандартів UN/EDIFACT, у тому числі із стандарту залізничних перевезень UIC 912 і стандарту міжнародної торгівлі EANCOM. При цьому враховуються також дані про виконання результатів попереднього періоду планування.

Далі в автоматизованому режимі відбувається розрахунок параметрів формування передавальних поїздів, якими є число поїздів, число вагонів у кожному поїзді, номери колій сортувального парку, на яких проводиться формування составів.

По завершенні розрахунків формується вихідний документ, який містить докладну інформацію по проведеним розрахункам і повинен бути внесеним до електронної бази АСК ВП УЗ-Є для використання у перевізному процесі. Він є підставою для оперативного керування місцевою роботою на станціях припортового вузла. Таким документом може бути сортувальний листок із внесеними відповідними даними.

Крім того, згідно Угоди про міжнародне залізничне вантажне сполучення [2], при прямуванні вантажів через морські порти або прикордонні передавальні станції залізниць України в непрямому міжнародному сполученні, у накладній форми ГУ-29-О та дорожній відомості і її корінці вносяться позначки про ввіз або вивіз вантажу через порт. Вантажовідправник має право робити у графі 4 зворотного боку накладної інші, не встановлені відповідними правилами перевезень вантажів на залізничному транспорті, позначки. Тому для забезпечення якісного підбору груп вагонів за причалами та вантажними фронтами пропонується використання цієї графи для заповнення в єдиному інформаційному просторі.



[1] Electronic data interchange for administration, commerce and transport (EDIFACT). Application level syntax rules <https://www.iso.org/standard/17592.html>. ISO 9735:1988.

[2] Угода про міжнародне залізничне вантажне сполучення : Угода, Список, Правила від 1 листопада 1951 р. / Узбекистан, Албанія, Естонія. Офіційний вісник України. 2010. № 22. 2011. № 98 Ст. 3598. С. 55. Ст. 919. Код акта 50241/2010.

**УДК 338.246.025.2**

**СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ В КОНЦЕПЦІЇ  
СЕЛЕКТИВНОГО ПІДХОДУ У ЗАГАЛЬНІЙ СИСТЕМІ ПРОВЕДЕННЯ  
МИТНИХ ПРОЦЕДУР**

**SYSTEM OF MANAGEMENT OF RISIS IN THE CONCEPT OF THE  
SELECTIVE PID APPROACH AT THE ZAGALNY SYSTEM OF THE  
PERFORMANCE OF THE MILITARY PROCEDURES**

*канд. техн. наук І.В. Берестов, Т.Т. Берестова,  
канд. техн. наук О.С. Пестременко-Скрипка*

*Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*I.V. Berestov PhD(Tech.), T.T. Berestova,  
O.S. Pestremenko-Skripka PhD(Tech.)*

*Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

З реформуванням залізничного транспорту необхідно переглянути концепцію положень перевізного процесу і відповідно виробити чіткі орієнтири на підвищення якості послуг.

Впровадження в роботу залізничного транспорту системи аналізу та управління ризиками є одним з перспективних напрямків розвитку галузі. Це дозволяє зменшити матеріальні і трудові витрати, підвищити ефективність здійснюваних заходів контролю і прискорити проходження товарами процедури митного оформлення. Митні органи держав - членів ЄС є одними з найбільш прогресивних у всьому світі та активно використовують систему управління ризиками [1].

Одним із найбільш важливих напрямів дослідження митних ризиків є формування ефективної системи управління ними. Варто відмітити, що становлення і розвиток системи управління ризиками (СУР) у сфері міжнародного митного регулювання розпочалося в кінці 90-х років з часу прийняття переглянутої Кіотської конвенції, в якій вперше було задекларовано перспективність впровадження системи аналізу та управління ризиками. З того часу відбувся стрімкий розвиток даного напрямку діяльності, в результаті чого було прийнято низку законодавчих актів на міжнародному рівні, метою яких було глобальне впровадження системи управління ризиками [2].

В основі будь-якої СУР покладено процес їх профілювання. В теорії ризиків, профіль ризику – це залежність зміни економічного показника від зміни впливу чинника [3].

При визначенні частоти активації профілів ризику застосовують таке поняття, як селективність. Термін «селективність» походить від лат. «selectio» - «вибирати», «відбирати», «відокремлювати», «ізолювати». Селективність означає вибіркового, виборчий підхід суб'єкта у відношенні одного або декількох об'єктів зовнішнього світу, обумовлений набором критеріїв. Тобто цей показник кількісно показує вибіркочу здатність профілю ризику [4].

Вибірковість є досить особливим показником, бо значно високе чи дуже низьке його значення не свідчить про кращу чи гіршу якість профілю ризику. Даний показник є важливим з огляду попередньої оцінки актуальності використання профілю ризику. При створенні профілю ризику проводиться попереднє обчислення його селективності, включаючи визначені індикатори ризику та число затриманих вагонів за попередній період. Коли селективність проекту профілю не відповідає вимогам, в такому разі повторно розглядаються індикатори ризику для підтвердження вибіркової спроможності профілю. В період використання профілю ризику зміна параметрів вибіркової може вказувати на зміни в побудові зовнішньоекономічних операцій, формуванні тенденцій і ін., та в будь-якому разі застосовується для виявлення актуальності повторної перевірки профілю ризику.

Для визначення значення ризику при передачі міжнародного вагонопотоку на залізницях України пропонується використання наступної формули:

$$R = P \cdot N \quad (1)$$

де  $N$  – величина можливого збитку в разі затримки вагонів на прикордонних передавальних станціях.

Можливий збиток являє собою середні сумарні витрати за простій вагонів на прикордонних передавальних станціях, який розраховується наступним чином:

$$N = \sum nt_i \cdot Cnt \quad (2)$$

де  $\sum nt_i$  – вагоно-години простою затриманих вагонів з  $i$ -причини;

$Cnt$  – вартість однієї вагоно-години простою.

Значення імовірності затримки вагонів на прикордонних передавальних станціях передбачається отримати за результатами використання інформаційно-керуючої системи.

Таким чином, завдяки селективному підходу з'являється можливим якісно оцінити ризики для кожного відправлення в експортно-імпортному сполученні на залізничних станціях України.

[1] Пестременко-Скрипка О.С. Удосконалення технології роботи прикордонних передавальних станцій шляхом формування системи управління ризиками / О. С. Пестременко-Скрипка // [дисер. на здобуття наук. ступеня кандидата техн. наук за спеціальністю 05.22.01 – транспортні системи.]. – Український державний університет залізничного транспорту. – Харків, 2018. – 202 с.

[2] Управління ризиками в митній справі: зарубіжний досвід та вітчизняна практика : монографія; за заг. ред. І.Г. Бережнюка. – Хмельницький, 2014. – 288 с.

[3] Управління митними ризиками: теорія та практика : монографія; за заг. ред. І. В. Несторишена та В. А. Туржанського. – Ірпінь-Хмельницький, 2018. – 302 с.

[4] Aleshinskiy, E. The modelling of technological processes at border transfer stations in Ukraine [Text] / Aleshinskiy E., Naumov V., Pestremenko-Skripka O. // Technical Transactions. Fundamental Sciences. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej. – №6. – 2018. – P.43-54.

**УДК 656.2.08**

## **ІНТЕЛЕКТУАЛЬНЕ БАГАТОРІВНЕВЕ УПРАВЛІННЯ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ**

### **INTELLECTUAL MULTILEVEL MANAGEMENT ON RAILWAY TRANSPORT**

*Канд. техн. наук В.П. Нерубацький, аспірант Д.А. Гордієнко  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*V.P. Nerubatskyi, PhD (Tech.), D.A. Hordiienko, postgraduate  
Ukrainian state university of railway transport (Kharkiv)*

Сучасні системи інтелектуального управління на залізничному транспорті повинні забезпечувати автономну роботу багатьох технічних об'єктів, що пов'язані між собою [1]. Інтелектуальна система повинна вирішувати складні завдання, включаючи планування, прогнозування і т.п. [2]. Для універсальності, адаптації та точності рішень на залізничному транспорті доцільне застосування багаторівневого інтелектуального управління [3].

Багаторівнева архітектура інтелектуальної системи управління складається з трьох рівнів: концептуального, інформаційного та операційного [4] (рис. 1). Система, побудована за такою архітектурою, здійснює управління поведінкою складних технічних об'єктів в умовах автономної та колективної взаємодії [5].

Концептуальний рівень є відповідальним за реалізацію вищих інтелектуальних функцій, де здійснюється обмін повідомленнями з іншими рівнями [6]. До вищих інтелектуальних функцій відносяться функції постановки головної мети та підцілей, планування поведінки та розподілення впливів в загальному плані дій. Основним завданням управління на концептуальному рівні є отримання, зберігання та семіотичне представлення даних, що ґрунтується на моделі реальної ситуації в зовнішньому середовищі [7].

На інформаційному рівні управління вирішуються завдання інформаційного моделювання, основними з яких є побудова інформаційної ситуації, інформаційної позиції та інформаційної конструкції. Середовище семіотичного управління на інформаційному рівні реалізується застосуванням різних інформаційних одиниць, які служать основою побудови інформаційної ситуації, інформаційної позиції та інформаційної конструкції [8].

На операційному (виконавчому) рівні відбувається реалізація управлінських рішень (впливів). Управлінські впливи в обов'язковому порядку змінюють інформаційну позицію об'єкта управління. Основним завданням цього рівня є зміна стану та позиції об'єкта управління і повідомлення про зміни на концептуальний рівень [9].

Багаторівнева архітектура спирається на використання інформаційного підходу до інтелектуального управління [10]. Інформаційні технології виконують функції підтримки інтелектуального управління.



Рис. 1. Багаторівневе інтелектуальне управління на залізничному транспорті

Інтелектуальні технології прийняття рішень дають можливість здійснювати пошук нових даних і накопичення інтелектуальних ресурсів, що можуть бути використані для вирішення завдань і прийняття рішень.

[1] Cabrilo S., Dahms S. How strategic knowledge management drives intellectual capital to superior innovation and market performance. *Journal of Knowledge Management*. 2018. P. 621–648.

[2] Нерубацький В. П., Гордієнко Д. А. Контроль і планування енерговикористання на залізничному транспорті. Матеріали VII міжнародної науково-практичної конференції «Людина, суспільство, комунікативні технології». 2019. С. 227–230.

[3] Ніколаєнко А. О., Нерубацький В. П., Комарова М. О. Впровадження сучасних технологій управління для підвищення якості та надійності продукції транспортного призначення. *Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту*. 2009. Вип. 107. С. 180–185.

[4] Sardo F., Serrasqueiro Z. A European empirical study of the relationship between firms intellectual capital, financial performance and market value. *Journal of Intellectual Capital*. 2017. P. 771–788.

- [5] Henttonen K., Kianto A., Ritala P. Knowledge sharing and individual work performance: an empirical study of a public sector organization. *Journal of Knowledge Management*. 2016. P. 749–768.
- [6] Hussinki H. Intellectual capital, knowledge management practices and firm performance. *Journal of Intellectual Capital*. 2017. P. 904–922.
- [7] McAfee A., Brynjolfsson E. Big data: the management revolution. *Harvard business review*. 2012. No. 90. P. 68–128.
- [8] Tsvetkov V. Ya. Dichotomic Assessment of Information Situations and Information Superiority. *European researcher. Series A*. 2014. Vol. 86. No. 11. P. 1901–1909. DOI: 10.13187/er.2014.86.1901.
- [9] Tsvetkov V. Ya. Information Constructions. *European Journal of Technology and Design*. 2014. Vol. 5. No. 3. P. 147–152. DOI: 10.13187/ejtd.2014.5.147.
- [10] Ніколаєнко А. О., Нерубацький В. П. Удосконалення організаційної структури підприємства залізничного транспорту з метою впровадження системи управління якістю. *Локомотив - інформ*. 2010. № 4. С. 6–7.

**УДК 656.212.5**

## **АНАЛІЗ ВІДОМИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ**

### **ANALYSIS OF KNOWN SYSTEMS THE COMPUTER-AIDED DESIGN OF RAILWAY STATIONS**

*Д-р техн. наук О.М. Огар, канд. ек. наук Н.Г. Панченко,  
канд. техн. наук М.Ю. Куценко, М.М. Верховод  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*D. Sc. (Tech.) O. Ohar, PhD (Ec.) N. Panchenko,  
PhD (Tech.) M. Kutsenko, M. Verkhovod  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Інтелектуалізація процесу проектування залізничних станцій є складною комплексною проблемою, що включає не тільки формальний опис структури колійного розвитку, а й тісно пов'язані завдання топографічного, економічного, кліматичного і екологічного характеру.

Створення інтелектуальних систем проектування полягає в розробці моделі знань предметної області, заснованої на формуванні безлічі відносин елементів і її графового уявлення. Швидкість реалізації проектних рішень – це головна ознака систем автоматизованого проектування (САПР). Її вузьке місце полягає у відсутності можливості використання бази знань, побудованої на основі досвіду проектування. Різноманітна база знань має пряме і непряме відношення до проектування роздільних пунктів, що є запорукою ефективності системи автоматизованого проектування залізничних станцій.

В [1] для моделювання та аналізу колійного розвитку використовуються мережі Петрі. Цей підхід може бути використаний для оцінки як графіків роботи станції, так і її інфраструктури. Модель дозволяє моделювати динамічну поведінку великих і складних систем, не втрачаючи можливості формального аналізу. З метою аналізу найбільшої кількості альтернативних варіантів проектних рішень при формалізації колійного розвитку станцій допускаються

деякі спрощення, що не завжди гарантує достовірність отриманих результатів моделювання.

В [2] здійснено інтеграцію інтелектуальних систем в САПР. При цьому використовуються новітні математичні методи. Модель була створена за допомогою комбінування нечітких множин та процесу аналітичної ієрархії. Було проведено моделювання станції Yishan Road у Шанхаї (Китай). Результати розрахунку показали, що встановлена модель може бути використана для оцінки характеристик розв'язки станції Yishan Road.

В [3] для формалізованого представлення колійного розвитку застосовуються сценарії та основні функції теорії графів. Функціональні можливості елементів можуть бути описані як реалізаційна база даних, що передається на графік. Це дає можливість представити математичну модель не тільки окремої залізничної одиниці, а всієї інфраструктури.

В [4] пропонується блочна структура моделі колійного розвитку станції. Вказана модель використовується при моделюванні роботи станції і дозволяє контролювати зайнятість елементів її плану.

В [5] сформульовані та впорядковані основні процедури розробки проекту колійного розвитку станції. Данні, що отримані в результаті розрахунків згідно кожної процедури використовуються при побудові колійного розвитку в системах автоматизованого проектування. Розраховані таким чином параметри застосовуються для побудови вихідної моделі станції і візуалізації графічного зображення її плану на екрані дисплея.

Проведено дослідження на предмет існуючого програмного забезпечення, що використовується для побудови колійного розвитку. Системи автоматизованого проектування розділяють на спеціалізовані та загально інженерні. До переваг спеціалізованих САПР відносять наступні: розрахунок осідання насипу, розрахунок перебудови плану колії, розрахунок підвищення зовнішньої рейки, автоматичне проектування стрілочних переводів та перехрещень. Недоліками спеціалізованих САПР є відсутність функціоналу для етапу обґрунтування інвестицій, замкнутість у рамках роботи лише з геометричним образом траси, відсутність кросплатформенності САПР. До переваг загально інженерних САПР відносять наступні: здійснення проектування в «стандартній версії», наявність командного рядка, враховуються спеціальні програмні модулі. Недоліками є складність ядра програми, обтяженість інтерфейсу графічними елементами, відсутність функціоналу розрахунку земляного полотна, відсутність бібліотеки стрілочних переводів.

Як показав аналіз, серед програмних продуктів різних країн виробників, подальший розвиток функціоналу САПР залізниць вимагає залучення стартових ресурсів (інтелектуальних і матеріальних) та може відбуватися по інноваційному і / або екстенсивному сценаріях. Просування в даному напрямку слід перш за все очікувати від компаній, що спеціалізуються в області розробки програмного забезпечення для проектування лінійних споруд за прямими замовленнями проектних організацій, і, в меншій мірі, від компаній, що

спеціалізуються в області розробки універсального (платформного) програмного забезпечення.

[1] Odijk MA, Aalst, van der WMP. A Petri net based simulation tool to evaluate the performance of railway stations. In Guasch A, Huber RM, editors, Modelling and Simulation (Proceedings of the 1994 European Simulation Multiconference, ESM'94, Barcelona, Spain, June 1-3, 1994). Society for Computer Simulation. 1994. p. 207-211

[2] Yali, Y. Research on the Interchange Performance of Transportation Hub Based on Yishan Road Station, Shanghai/ Y. Yali, C. Hao, Z. Ruoping // Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology. – 2013. – № 6(23). – P. 4432-4437

[3] Kuckelberg, A. Graph Databases and Railway Operations Research Requirements / A. Kuckelberg // CEUR Workshop Proceedings. – 2015. – Vol. 1330. – P. 183-188.

[4] Малашкін В. В. Система автоматизованого синтезу колійного розвитку залізничних станцій / В. В. Малашкін // Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". Серія : Нові рішення в сучасних технологіях. - 2015. - № 14. - С. 106-113

[5] Модели, методы и алгоритмы автоматизированного проектирования железнодорожных станций : монография / В. И. Бобровский, Д. Н. Козаченко, Р. В. Вернигора, В. В. Малашкин. — Д. : Изд-во Маковецкий, 2010. — 156 с.

**УДК 629.488**

## **ПАРАМЕТРИЧНА ІДЕНТИФІКАЦІЯ КОГНІТИВНОЇ МОДЕЛІ СИСТЕМИ РЕМОНТУ ЛОКОМОТИВІВ**

### **PARAMETRIC IDENTIFICATION OF COGNITIVE MODEL OF SYSTEM REPAIR LOCOMOTIVES**

*докт. техн. наук В.Г. Пузир, канд. техн. наук Ю.М. Дацун, О.М. Обозний  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*V.G. Puzyr, Doc. Sciences (Tech.), Y.M. Datsun PhD (Tech.), O.M. Obozny  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Основною функцією локомотиворемонтного виробництва є підтримання локомотивів в працездатному стані. Для її реалізації залучаються всі необхідні засоби та ресурси. Сукупність всіх взаємопов'язаних засобів та виконавців, необхідних для підтримання і відновлення локомотивів мають системні ознаки.

Ремонтне виробництво локомотивів базується на складових: стратегія, організація та технологія ремонту. Кожне з цих складових впливає на кінцевий результат процесу ремонту. Впровадження адаптивного управління цими складовими на принципах системного підходу дозволить підвищити ефективність роботи ремонтного виробництва.

Складність процесу управління такою системою обумовлена низкою її характеристик:

- багатofакторність і взаємопов'язаність її процесів, через що неможливо відокремлення та детальне дослідження окремих явищ – всі події системи повинні розглядатися в сукупності;

- відсутність достатньої кількісної інформації про динаміку процесів, що змушує переходити до якісного аналізу таких процесів;

- мінливість характеру процесів в часі і т. д.

Системи з такими характеристиками є слабоструктурованими, їх аналіз та моделювання традиційними методами пов'язаний зі складністю і низькою ефективністю.

В даний час в ряді областей науки та інформаційних технологій для дослідження слабоструктурованих систем активно використовується когнітивне моделювання [1]. В якості моделі в такому випадку зазвичай використовується когнітивна карта, що представляє основні закони і взаємозв'язки в системі у вигляді орієнтованого знакового графа, в якому вершини графа - це чинники (концепти, значимі ознаки, характеристики ситуації), а дуги між факторами - причинно-наслідкові зв'язки між факторами [2].

За результатами досліджень [3] основними елементами системи ремонту локомотивів є: локомотив до ремонту; ремонт локомотива; локомотив після ремонту; управління ремонтом; стратегія ремонту; технологія ремонту; організаційна виробнича структура; технічний рівень виробництва.

Причинно-наслідкові зв'язки між ними визначаються в результаті експертного опитування фахівців галузі та формалізуються у вигляді когнітивної карти. Далі, на основі експертних уявлень про ситуацію що моделюється, в когнітивну модель додаються зв'язки між концептами.

Одним з найбільш важливих і при цьому найбільш складних етапів в процесі побудови нечіткої когнітивної карти є параметрична ідентифікація, тобто визначення ваги зв'язків (інтенсивностей впливу) між концептами. Оскільки основним джерелом інформації під час побудови карти є експерти, то найбільш поширеними методами задання ваги є експертні методи, які діляться на прямі і непрямі. Прямі методи передбачають безпосереднє (явне) задання ваги експертом. Даний спосіб задання ваги є найбільш простим, однак його використання призводить до зниження обґрунтованості та адекватності результатів, що пояснюється високим ступенем суб'єктивності оцінок.

Непрямі методи використовуються для зниження впливу суб'єктивізму під час задання вагових характеристик, і в їх основі лежить розбиття загальної задачі визначення цих характеристик на ряд більш простих підзадач. В якості непрямих методів можуть застосовуватися методи побудови функцій приналежності дискретних нечітких множин: метод парних порівнянь і метод множин рівня.

Під час застосування методу парних порівнянь, результати представляють у вигляді матриці

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1j} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2j} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{i1} & a_{i2} & \dots & a_{ij} \end{pmatrix} \quad (1)$$



де  $a_{ij}$  – формалізована оцінка переваги концепту  $e_i$  над концептом  $e_j$  когнітивної карти.

Величини  $a_{ij}$  можуть визначатись як із застосуванням шкали Сааті так і інтервальних, лінійних, нелінійних чи «сірих» шкал.

Отримана матриця парних порівнянь має перевірятись на узгодженість шляхом обчислення індексу CI та відношення CR узгодженості.

Порівняння значень CI та CR показало, що експертні оцінки, виражені в альтернативній шкалі характеризуються більшою узгодженістю.

В результаті вирішення задачі параметричної ідентифікації отримані значення інтенсивностей впливу між концептами, що будуть використані під час побудови когнітивної моделі системи ремонту локомотивів.

[1] Силов В.Б. Принятие стратегических решений в нечеткой обстановке. – М.: ИНПРО-РЕС, 1995. – 228 с.

[2] Kosko B. Fuzzy cognitive maps // Intern. Journal of Man Machine Studies. – 1986. – V. 1. – pp. 65–75.

[3] Puzyr V., Datsun Y., Pyvo V. The research into locomotive repair industry on the basis of cognitive modelling. Theses of international scientific and practical conference “Globalization of scientific and educational space. Innovations of transport. Problems, experience, prospects”. Salou (Spain) 4-11 May 2019. – 77-78 pp.

**УДК 625.025**

## **ПРОЕКТУВАННЯ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ПРИ ШВИДКІСНОМУ РУСІ ПОЇЗДІВ З ВИКОРИСТАННЯМ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ**

### **DESIGN OF RAILWAY INFRASTRUCTURE OF HIGH-SPEED TRAINS TRAFFIC WITH USE OF AUTOMATED SYSTEMS**

*канд. техн. наук Г.В. Шаповал*

*Український державний університет залізничного транспорту (м.Харків)*

*G. Shapoval, PhD (Tech)*

*Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Впровадження швидкісного руху поїздів передбачає об'єднання сучасних технологій різних галузей промисловості: транспортного будівництва, машинобудування, комп'ютерних технологій, зв'язку та інших. Практичний досвід його реалізації потребує переоснащення залізничної інфраструктури та значних капітальних вкладень.

Потреба у швидкісних перевезеннях визначила актуальність досліджень, в частині можливості, використання для цього діючої інфраструктури залізниць країни. Розробка процедури її модернізації дозволить мінімізувати витрати на проектування швидкісних магістралей, але при цьому потребує обґрунтування нових технічних рішень [1].

Враховуючи досвід проектування та будівництва швидкісних магістралей необхідно дотримуватись наступних вимог [2]:

- кількість роздільних пунктів залежить від умов максимального охоплення населення перевезеннями у швидкісних поїздах;

- розташування роздільних пунктів в районах населених пунктів слід пов'язувати із положенням роздільних пунктів діючих залізниць та забезпечувати створення найбільших зручностей при пересадці пасажирів з однієї лінії на іншу;

- колійний розвиток роздільних пунктів швидкісного руху повинен передбачати наявність, крім головних, 2-3 приймально-відправних колій;

- кількість стрілочних переводів на головних коліях визначається за умов організації руху поїздів на лінії та поточного утримання постійних пристроїв;

- пасажирські платформи на роздільних пунктах, через які передбачається наскрізний пропуск поїздів, слід розташовувати через одну колію від головної із зовнішньої сторони роздільного пункту або між приймально-відправними коліями відповідних напрямків;

- для забезпечення максимальної швидкості руху поїздів, що прямують без зупинки, через роздільний пункт, на головних коліях слід укласти спеціальні стрілочні переводи із рухомими елементами хрестовини;

- службово-технічні приміщення доцільно розташовувати під коліями та платформами станцій швидкісної лінії.

При розробці проектів будівництва, реконструкції залізничної інфраструктури та при впровадженні швидкісного руху поїздів широко застосовують системи автоматизованого проектування. Їх використання дозволяє спростити та прискорити процеси проектування. У сучасному виробництві широке поширення одержали системи автоматизованого проектування. Вони дозволяють розробляти ефективні технологічні рішення із меншими витратами часу та збільшенням точності розрахунків. Одним із сучасних програмних комплексів, який може використовуватися для автоматизації процесів будівництва об'єктів залізничної інфраструктури, є програмний комплекс CREDO [3].

Програмний комплекс CREDO дозволяє опрацьовувати інженерні вишукування, створювати цифрової моделі місцевості, виконувати трасування лінійних споруд, розробляти топографічні плани, повздовжні та поперечні профілів лінійних споруд. Комплекс CREDO працює на власній інструментальній платформі без використання інших графічних систем. При цьому всі системи комплексу відкриті для експорту та імпорту даних з інших систем проектування. Розроблені модулі не потребують додаткового програмного та апаратного забезпечення. Наявність інтерактивної графіки та інтелектуальної підтримки дозволяє користувачам CREDO використовувати переваги сучасних технологій, приймати ретельно відпрацьовані та обґрунтовані рішення.

Такі особливості системи, як висока швидкість моделювання, можливість роботи з великими масивами даних, унікальний математичний апарата, дозволяють забезпечувати високу точність та динамічну візуалізацію для будь-яких залізничних об'єктів різного ступеня складності. Це суттєво розширює можливості та прискорює роботу проектувальників, що є актуальним в умовах

розвитку швидкісного руху поїздів та необхідності удосконалення існуючої залізничної інфраструктури та будівництва нових об'єктів.

[1] Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року [Текст] : схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30.05.2018 р. № 430-р. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80>.

[2] Куценко, М. Ю. Визначення структури будівельних робіт з реконструкції роздільних пунктів при введенні швидкісного руху [Текст] / М. Ю. Куценко, Г. В. Шаповал, А. М. Івашкіна, Я. А. Шкарбуль, С. М. Лисенко // Збірник наукових праць. – Х.: УкрДУЗТ, 2017. – Вип. 173. – С. 29-34.

[3] <http://www.demetra5.kiev.ua/ru/catalog/credo-dialog/credo-def>.

**УДК 656.212.5**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ ВІДЕОКАМЕР В СИСТЕМАХ АВТОМАТИКИ НА СОРТУВАЛЬНИХ ГІРКАХ**

### **INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF USING VIDEO CAMERAS IN AUTOMATION SYSTEMS ON SORTING HUMP**

*канд. техн. наук С.О. Змії, М.Ю. Куценко, ст. викл. А.В. Рибін  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*PhD (Tech.) S.O. Zmii, M.Y. Kutsenko, senior lecturer A.V. Rybin  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Однією з основних задач залізничного транспорту є перевезення вантажів за мінімальний час та з мінімальними втратами. На даний час у багатьох країнах світу для прискорення розформування та формування різноманітних категорій поїздів використовують сортувальні гірки. Основним завданням є виконання переробки вагонопотоків і формування поїздів в оптимальному режимі, з тим, щоб перебування вагона на станції було за часом мінімальним і технологічно обґрунтованим. Для виконання поставленого завдання розроблено і використовується безліч пристроїв та систем автоматизації [1].

Проведений аналіз показав, що на сортувальних гірках в Україні визначення номеру вагонів та їх місцезнаходженні виконується у ручному режимі [2]. Для ідентифікації номеру вагона працівникам залізничного транспорту доводиться працювати у дуже несприятливих умовах: нічний час, складні погодні умови. Крім того, встановлено, що для функціонування систем автоматизації на сортувальній гірці необхідна значна кількість складних датчиків для визначення параметрів руху відцепів.

У доповіді показано, що для вирішення задачі автоматизації ідентифікації та відстеження місцезнаходження вагонів можливо використання відеокamer у складі систем автоматизації. Тобто робота системи заснована на оптичному зчитуванні інформації, відстеження і отримання параметрів руху вагона, тому

для ідентифікації рухомого складу відсутня необхідність оснащувати вагонний парк додатковим обладнанням, наприклад радіочастотними мітками.

Для підвищення якості ідентифікації та визначення параметрів руху вагонів доцільно використовувати класичні методи аналізу відео, комбінуючи метод оптичного потоку та метод віднімання фону. За результатами аналізу оптичних фільтрів встановлено, що більш якісними для видалення сторонніх шумів та виділення основних вузлів вагонів є NotePaper, GlowingEdges та Photocopy. Вони не тільки залишають в відмінній якості контури об'єктів, але також надають змогу виявити, розпізнати номер вагону та додаткову інформацію яка зазначена на вагоні.



Рисунок – Результат оброблення відео зображення

- [1] Березовий, М. І. Аналіз технічного забезпечення сортувальних станцій України // Восточно-європейський журнал передових технологій. — 2009. — № 6/3(42). — С. 60–66.
- [2] Таранець, О. І. Аналіз існуючих систем автоматизації процесу розформування рухомого складу [Текст] // Вагонний парк. – Х., 2011. – Вип. 2. – С. 19–21.
- [3] Improvement of the accuracy of determining movement parameters of cuts on classification humps by methods of video analysis [Text] / S. Pancenko [et al.] // Easter-European Journl of Enterprise Technologies ISSN 1729-3774. – 2016. – P 26–30.

**ПРОБЛЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРКУ ОПЕРАТОРСЬКИХ КОМПАНІЙ В  
УМОВАХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАГОНАМИ РІЗНИХ ВЛАСНИКІВ**

**PROBLEMS OF DETERMINING A PARK OF OPERATING COMPANIES  
IN THE CONDITIONS OF TRANSPORTATION BY WAGONS OF  
DIFFERENT OWNERS**

*Канд. техн. наук В. В. Кулешов, канд. техн. наук К. В. Крячко  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків),*

*PhD (Cand. Tech. Sciences) associate professor V.V. Kuleshov, PhD (Cand. Tech.  
Sciences) associate professor KV Kryachko  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Загальний парк вантажних вагонів на мережі 1520 мм становить близько 1,6 млн. вагонів, із них власний парк складає 90,4%. Залізничній адміністрації Росії належить 70,1% вантажних вагонів від загального парку мережі; Україні - 11,9%; Казахстану - 8,5%; Білорусі - 2,6%; Узбекистану - 1,7%; Естонії - 1,1% та іншим адміністраціям які не перевищують відсотка від загального обсяга.

В Україні транспортний ринок операторських компаній-власників рухомого складу (ОК) різної форми власності розвивається. Загальний парк вантажних вагонів Укрзалізниці становить близько 189,9 тис. вагонів. Розподіл власного парку вагонів за родом рухомого складу становить: окотишовози, мінераловози та транспортери по 100,0 %; зерновози - 99,3 %; цементовози - 99,2 %; криті - 98,9 %; піввагони - 97,5 %; фітінгові платформи - 97,4 %; рефрижераторні вагони - 97,2 %; цистерни - 96,0 %; платформи - 83,8 %.

Частка перевезень у загальному обсязі перевезень піввагонами власності Укрзалізниці та українських підприємств: Укрзалізниця – 39 %; крупні вітчизняні виробники (кептивні операторські компанії) – 24 %; інші власники вагонів, обсяги перевезень яких становлять більше 1 % – 24 %; інші власники вагонів, обсяги перевезень яких становлять менше 1 % – 8 %; малі вітчизняні виробники (кептивні операторські компанії) – 5 %.

Частка крупних вітчизняних виробників, які самостійно перевозять вантажі: корпорація «МПС», ТОВ «Лемтранс», ПАТ «Полтавський ГЗК», ТОВ «Метінвест-шипінг», ВАТ «КГМК «Криворіжсталь» - становить 24 %. Частка малих вітчизняних виробників, які самостійно перевозять вантажі становить 5 %. Таким чином 29 % - це неконкурентний ринок залізничних перевезень, який разом з часткою Укрзалізниці складає 68 %.

Загальний парк рухомого складу Державних вагонних компаній Укрзалізниці з ознакою ЦТЛ в теперішній час складає 91,7 тис. вагонів, у т.ч. за власниками: філія «ПВРЗ» - 26,1 %; філія «ДВРЗ» - 25,9 %; філія «ЦТЛ» - 12,4 %; філія «СВРЗ» - 12,2 %; філія «РВК» - 9,4 %; філія «ЦТС «Ліски» - 0,5 %. Загальний парк ЦТЛ поділяється за родом рухомого складу: піввагони - 52,2 %,

інші - 32,9 %, цистерни - 8,5 %, криті – 6 %, рефрижераторні - 0,3 %. В робочому парку знаходяться 61,3 % загального парку, а в неробочому парку в ремонті або його очікуванні - 38,7 %.

Дворівнева модель визначення парку вагонів операторських компаній-власників рухомого складу, в якій взаємозв'язані оптимізаційні завдання для першого рівня кожного виду транспорту у транспортному вузлі і для другого рівня (координуючого центру) має вигляд:

на першому рівні:

$$\sum_{i=1}^{I_k} \sum_{j=1}^J C_{ij} Q_{ij}^{(II)} \rightarrow \min, \quad (1)$$

при обмеженнях:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^J a_{ij} Q_{ij}^{(II)} \leq t_{ik}, \quad i = 1, \dots, I_k \\ \sum_{i=1}^{I_k} Q_{ij}^{(II)} \geq Q_{kj}^{(\Phi)}, \quad j = 1, \dots, J \\ Q_{ij}^{(II)} \geq 0, \quad i = 1, \dots, I_k; j = 1, \dots, J \end{cases}$$

на другому рівні:

$$\sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^{I_k} \sum_{j=1}^J d_{kij} Q_{kij}^{(\Phi)} \rightarrow \min, \quad (2)$$

при обмеженнях:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^J Q_{ij}^{(\Phi)} \leq \tau_k, \quad \sum_{k=1}^K Q = \sum_{i=1}^{I_k} \max(t_{ik} a_{ij}^{-1}); k = 1, \dots, K \\ \sum_{k=1}^K Q_{kj}^{(\Phi)} \geq 0, \quad j = 1, \dots, J \\ Q_{kj}^{(\Phi)} \geq 0, \quad j = 1, \dots, J; k = 1, \dots, K \end{cases}$$

У наведеній моделі:  $I_k$  – кількість типів рухомого складу або транспортних засобів  $k$ -го виду транспорту;  $J$  – загальна кількість напрямків перевезень;  $K$  – кількість різних видів транспорту, що взаємодіють у транспортному вузлі;  $C_{ij}$  – витрати на перевезення однієї тони вантажу  $i$ -м типом рухомого складу  $k$ -го виду транспорту, грн/т;  $Q_{ij}^{(II)}$  – запланований обсяг перевезень на  $j$ -ому напрямку для  $i$ -го типу рухомого складу  $k$ -го виду транспорту, т;  $Q_{kj}^{(\Phi)}$  – фактичний обсяг перевезень  $k$ -го виду транспорту на  $j$ -ому напрямку, т;  $a_{ij}$  – трудомісткість перевезень  $i$ -м типом рухомого складу  $k$ -го виду транспорту на  $j$ -ому напрямку (зворотна продуктивність), год/т;  $t_{ik}$  – бюджет тривалості роботи  $i$ -го типу  $k$ -го виду транспорту, год;  $\sum_{k=1}^K Q$  – загальний обсяг перевезень всіх видів транспорту, год;  $d_{kij}$  – питомі витрати на перевезення вантажу  $i$ -м типом рухомого складу  $k$ -го виду транспорту на  $j$ -ому напрямку, грн/т.

Дана модель відображає основні цілі ОК на транспортному ринку, які сприятимуть: збільшенню обсягів перевезених вантажів; підвищення продуктивності елементів інфраструктури (зростання доходів і зниження витрат); скорочення строків доставки вантажів (прискорення обороту коштів); зниження витрат палива й електроенергії (збереження ресурсів).

- [1] Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 30 травня 2018 р. № 430-р. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-p>. – Загол. з екрану.
- [2] Данько М. І., Ломотько Д. В., Запара В. М., Кулешов В. В. Формування вимог до технології взаємодії залізничних адміністрацій і власників рухомого складу // Зб. наук. праць УкрДАЗТ, 2011. Вип. 124. С. 5-11.
- [3] Данько Н. И., Ломотько Д. В., Кулешов В. В. Разработка организационно-технологической модели управления парком грузовых вагонов разной формы собственности // Инновационный транспорт. Научно-публицистическое издание, 2012. №4(5). С. 8-13.
- [4] Кулешов В. В., Кулешов А. В. Усовершенствование организационно-технологической системы оптимизации маршрутных перевозок грузов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий, 2014. № 2/3 (68). С. 16-20.
- [5] Кулешов В. В., Берестов І. В., Коваленко Д. О., Рекал А. О. Удосконалення моделі парку вантажних вагонів різної форми власності на залізницях України // Міжнародний техніко-економічний журнал «Українська залізниця», 2018. № 5(59). С. 12-16.
- [6] Brandalik F. Simulace cinnosti vjesdove sostavy metodov Monte-Carlo // Zeleznicni doprava a technika, 1968. № 16. Praha.
- [7] Derek Hurst. Express nears completion // European Railway Review, November, 1996.
- [8] Kuleshov V., Kutsenko M., Shapoval H. Study of Model for Selection of Priorities for Development of Cargo Transportation. SHS Web of Conferences. Volume 67 (2019). Fifteenth Scientific and Practical International Conference “International Transport Infrastructure, Industrial Centers and Corporate Logistics” (NTI-UkrSURT 2019). Kharkiv, Ukraine, June 6-8, 2019. [https://www.shs-conferences.org/articles/shsconf/abs/2019/08/shsconf\\_NTI-UkrSURT2019\\_02003/shsconf\\_NTI-UkrSURT2019\\_02003.html](https://www.shs-conferences.org/articles/shsconf/abs/2019/08/shsconf_NTI-UkrSURT2019_02003/shsconf_NTI-UkrSURT2019_02003.html)
- [9] Panchenko S., Ohar O., Kuleshov V., Kutsenko M., Kuleshov A. Improvement of the organizational-technological model of the route from groups of wagons of different owners // International Journal of Engineering & Technology, (2018). № 7 (4.3). 266-269, Website: [www.sciencepubco.com/index.php/IJET](http://www.sciencepubco.com/index.php/IJET). URL: <https://www.sciencepubco.com/index.php/ijet/article/view/19801>.

**УДК 656.212.5: 656.257**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОНАННЯ УМОВ БЕЗПЕКИ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИКИ НА СОРТУВАЛЬНИХ ГІРКАХ**

## **RESEARCH OF THE FULFILLMENT OF SAFETY CONDITIONS IN AUTOMATION SYSTEMS ON SORTING HUMP**

*канд. техн. наук О.А. Дудін, канд. техн. наук С.О. Змії*  
*Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*O.A. Dudin, PhD (Tech.), S.O. Zmii, PhD (Tech.)*  
*Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Залізничний транспорт є зоною підвищеної небезпеки і представляє потенційну небезпеку для людини. Особливості залізничного транспорту впливають на важкість наслідків аварій на залізницях та на складність їх усунення і локалізації.

Підвищення безпеки руху поїздів на станціях та перегонах покладено на використання автоматичних і автоматизованих систем керування [1]. Однак, при наявності несправності у цих системах забезпечення безпеки покладається на оператора або чергового по станції. Тому головним чинником, що впливає на безпеку руху є вірність прийнятих рішень людиною-оператором, яким є оператор, черговий по станції або посту [2]. Саме від обґрунтованості та своєчасності керуючих рішень вказаних осіб залежить кінцевий результат роботи залізниці – безпечне перевезення пасажирів та вантажів до пункту призначення.

Метою дослідження є отримання кількісних значень ймовірності своєчасного виконання операції чергового при наявності несправностей у системі керування. Визначення цих даних ґрунтується на використанні функціонально-семантичних мереж.

У доповіді показано, що формалізація полягає у складанні переліку елементарних (атомарних) дій, що утворюють у сукупності цілісну діяльність, та у визначенні у сукупності їх взаємозв'язків. Для формалізованого опису процесу виконання операцій черговим при наявності несправностей у системі керування як сукупності дій, кожна з яких складається з деякої кількості взаємопов'язаних операцій, використовуються графічні схеми [3].

На основі функціонально-семантичної мережі та логічної схеми виконання операції черговим при керуванні вагонним уповільнювачем при інтервальному гальмуванні на операційно-психологічному рівні побудовано відповідну модель:

$$\beta_e = k \cdot \beta_{Q1}^1 \cdot \left( \beta_{Q2}^1 \cdot \beta_{Q3}^1 \cdot K_1^{11} \cdot \beta_{Q4}^1 \cdot K_2^{11} \cdot D^{11} \cdot \frac{1}{1 - D^{00} \cdot \beta^1 \cdot K_3^{11} \cdot \beta_{Q5}^1 \cdot K_4^{11}} \right)^m \quad (1)$$

де  $\beta$ ,  $P$ ,  $K$  – ймовірність правильного виконання відповідної операції;

$m$  – кількість відчепів, що спускаються з гірки;

$k$  та  $j$  – відповідно коефіцієнт ймовірності та коефіцієнт математичного сподівання виконання операції, що враховує психофізіологічні стани ДСМГ.

Аналіз розрахунків показав, що мінімально необхідний час  $t_{min}$ , за який черговий здатен виконати операцію по керуванню вагонним уповільнювачем з допустимою ймовірністю, складає приблизно 8 секунд. Проте, при погіршенні психофізіологічного стану чергового ймовірність виконання операцій керуванню вагонним уповільнювачем від часу виконання  $t$  при зміні психофізіологічного стану знизиться до небезпечного рівня.

[1] Эксплуатационные основы автоматики и телемеханики / под. ред. Вл.В. Сапожникова. – М.: Маршрут, 2006. – 247 с.

[2] Кузнецов, К. Б. Безопасность технологических процессов и производств [Текст]: уч. пос. / К. Б. Кузнецов. – М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2008. – 204 с.

[3] Ашерев, А. Т. Судебно-эргономическая экспертиза несчастных случаев в системе «человек-техника-среда» [Текст] / А. Т. Ашерев, В. В. Сабадаш. – Х.: УИПА, 2008. – 145 с.



**ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ  
ПОТУЖНОСТІ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ**

**INTELLECTUAL SYSTEMS OF REACTIVE POWER COMPENSATION ON  
RAILWAY TRANSPORT**

*Канд. техн. наук В.П. Нерубацький, канд. техн. наук О.А. Плахтій,  
аспірант Г.А. Хоружевський  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*V.P. Nerubatskyi, PhD (Tech.), O.A. Plakhtii, PhD (Tech.),  
H.A. Khoruzhevskiy, postgraduate  
Ukrainian state university of railway transport (Kharkiv)*

Розумні мережі електропостачання використовують інформаційні й комунікаційні мережі, технології для збору інформації та контролю енерговиробництвом і енергоспоживанням, що дозволяє автоматично підвищувати ефективність, надійність, економічну вигоду, а також стійкість виробництва і розподілення електроенергії [1]. Перспективним є використання концепції Smart Grid в залізничних тягових мережах [2].

Залізничні тягові підстанції є досить потужними споживачами електроенергії і необхідність підвищення енергетичної ефективності цих систем є пріоритетним завданням. Це може бути досягнуто при комбінованому використанні альтернативних джерел живлення, потужних накопичувачів електроенергії та напівпровідникових перетворювачів: силових активних фільтрів, активних випрямлячів, регуляторів заряду накопичувачів і т. п. [3]. При цьому силові активні фільтри забезпечують високу якість електроенергії, що передається від альтернативних джерел, а також компенсацію реактивної потужності та вищих гармонік залізничної тягової підстанції.

Для підтвердження енергозберігаючого ефекту від застосування вітрогенератора та силового активного фільтра, аналізу показників якості електроенергії, споживаної тяговою підстанцією постійного струму в програмі Matlab / Simulink проведено імітаційне моделювання. Модель складається з шестипульсного діодного випрямляча, силового активного фільтра, вітрогенератора з його випрямлячем (рис. 1). Систему керування силового активного фільтра побудовано на основі pqr-теорії миттєвої потужності. Результати моделювання наведено на рис. 2.

Використання силового активного фільтра в тяговій підстанції дозволяє зменшити коефіцієнт гармонічних спотворень вхідного струму з 37,05 % до 2,15 %. При цьому за рахунок зниження вмісту вищих гармонік вхідного струму середньоквадратичне значення струму знижується з 2138 А до 2019 А, що відповідно веде до зниження повної споживаної потужності.

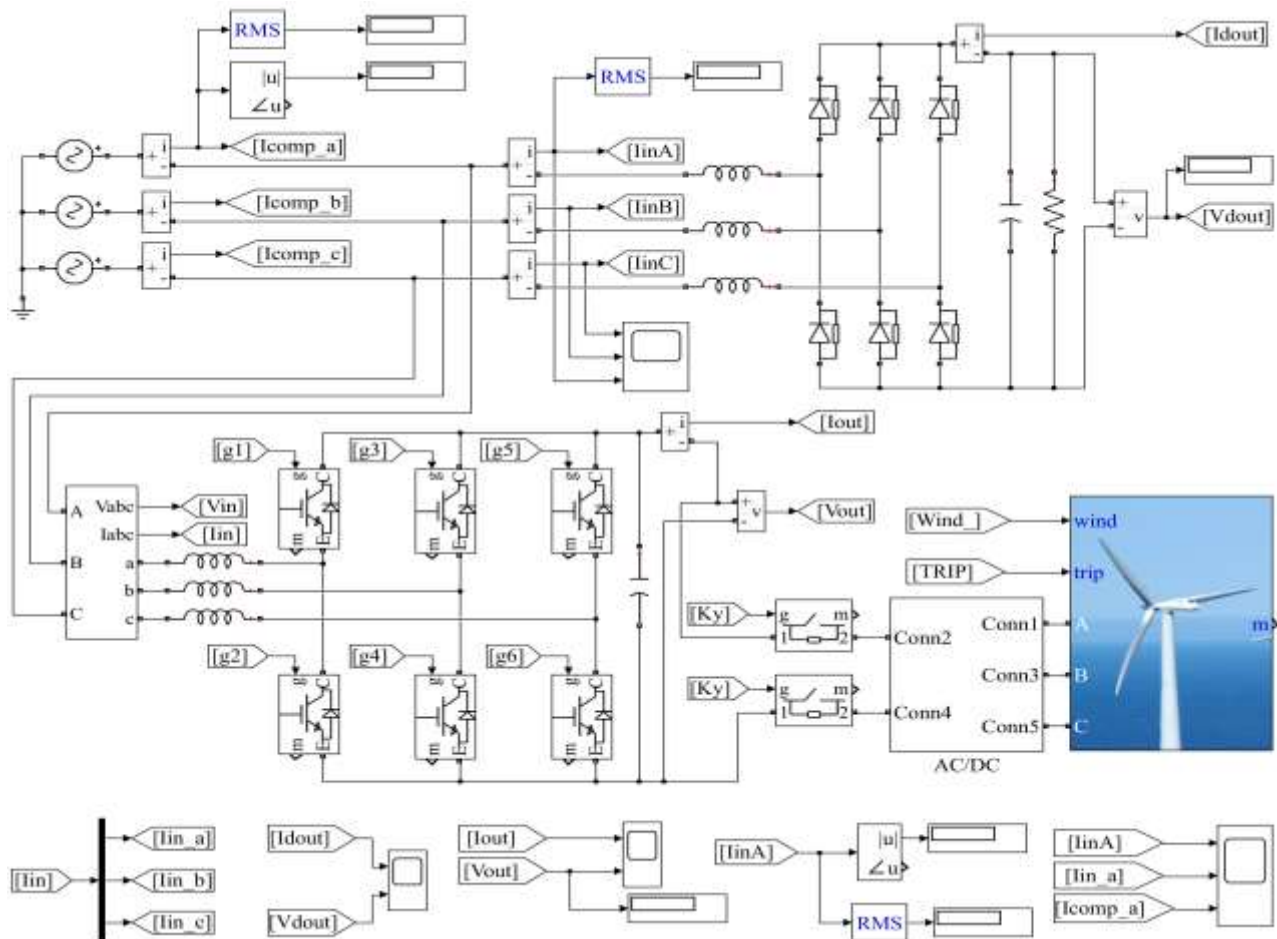


Рис. 1. Модель шестипульсного діодного випрямляча з вітрогенератором

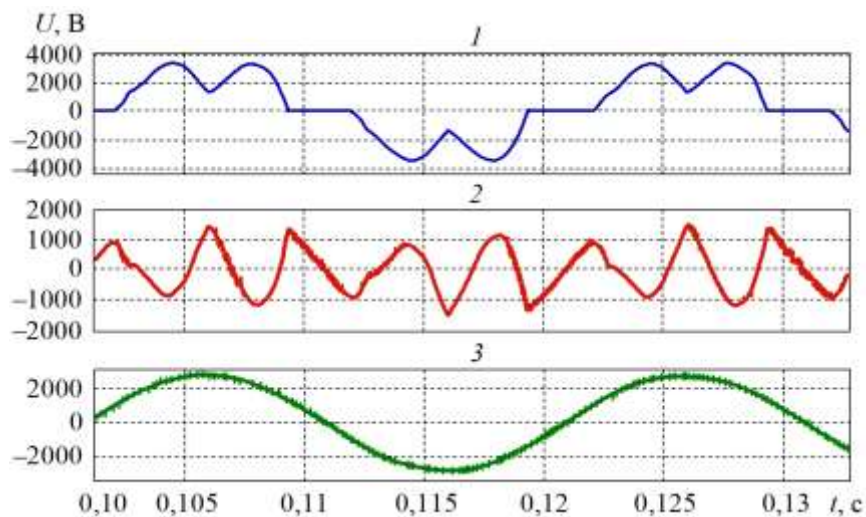


Рис. 2. Результати імітаційного моделювання:

1 – вхідний струм діодного випрямляча; 2 – струм, що генерується силовим активним фільтром; 3 – результуючий струм в загально-промисловій мережі

[1] Chakraborty A., Bose A. Smart grid simulations and control. Power Electronics in Renewable Energy Systems and Smart Grid. 2019. P. 585–624. DOI: 10.1002/9781119515661.

[2] Нерубацький В. П., Гордієнко Д. А. Контроль і планування енерговикористання на залізничному транспорті. Матеріали VII міжнародної науково-практичної конференції «Людина, суспільство, комунікативні технології» (Харків–Лиман, 26–27 червня 2019 р.). Харків–Лиман, 2019. С. 227–230.

[3] Nerubatskyi V., Plakhtii O., Ananieva O., Zinchenko O. Analysis of the Smart Grid concept for DC power supply systems. International scientific journal «INDUSTRY 4.0». 2019. Vol. 4, Issue 4. P. 179–182.

Секція  
**ФУНКЦІОНАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ  
ВИГОТОВЛЕННІ ТА ВІДНОВЛЕННІ ДЕТАЛЕЙ  
ТРАНСПОРТНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

UDC 621.793

**INCREASED WEAR RESISTANCE OF PISTON RINGS**

**ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ПОРШНЕВИХ КІЛЕЦЬ**

*D.B. Hlushkova<sup>1</sup>, D. Sc. (Eng.), A.I. Voronkov<sup>1</sup>, D. Sc. (Eng.),  
N.E. Kalinina<sup>2</sup>, D. Sc. (Eng.), L.L. Kostina<sup>1</sup>, Ph.D. (Eng.)  
<sup>1</sup>Kharkiv National Automobile and Highway University, (Kharkiv)  
<sup>2</sup>Dniprovsky National University Olesya Gonchar, Dnepr, Ukraine*

*доктор техн. наук Д.Б. Глушкова<sup>1</sup>, доктор техн. наук О.І. Воронков<sup>1</sup>,  
доктор техн. наук Н.Є. Калініна<sup>2</sup>, канд. техн. наук Л.Л. Костіна<sup>1</sup>,  
<sup>1</sup>Харківський національний автомобільно-дорожній університет (м. Харків)  
<sup>2</sup>Дніпровський національний університет ім. Олеся Гончара (м. Дніпро)*

One way to improve the performance properties of cast iron piston rings, exposed to abrasion, is boriding. However, the use of traditional boriding methods, associated with diffusion of boron into a solid phase, leads to the formation of a working layer having high brittleness. Therefore, the actual problem is the development of a different method of surface hardening, not leading to embrittlement. Implementation of such a process can be carried out using laser heating accompanied by surface layer melting. The properties of the product on which a borated layer is applied depend on the depth of the latter.

Analysis of publications shows that the technique of increasing the wear resistance of piston rings by boriding, conducted using non-traditional methods, but using the latest technologies has not been developed so far. In sources [1-3] they proposed to increase durability by either traditional borating, or laser treatment. However, there is no association of these two technological processes.

Implementation of such a process can be carried out by establishing the interrelation between the parameters of laser heating and the depth of the borated layer.

The objective of this work was to determine the influence of laser action parameters into the depth of the borated layer and revealing the features of structure formation of such layers.

The research material applied was ductile iron containing C 3,47%, Si 2,15%, Mn 1,36%. After pretreatment, it had a ferrite-perlite structure (85-90% perlite). The size of nodule corresponds to 3 points. Laser treatment was carried

out using the continuous CO<sub>2</sub> laser. At a constant irradiation power they varied the speed of movement of the sample in the range of 2-4 mm/sec. The thickness of coating boron was 0.15 mm and 0.30 mm. Conditional defocusing ( $F_{\text{cond}}$ ) allowed to change the irradiation spot diameter from 2 to 4mm.

The structure, phase composition, the depth of the borated layer was studied by optical microscopy, using conventional and staining etching as well as X-ray structural analysis

The change in the metal structure as a result of doping occurs only in the melting zone. A deeper penetration of the metal matrix occurs near the graphite inclusions that confers the border in waves.

It can be assumed that the resulting effect is due to a significant increase in the surface temperature resulting in intense evaporation of the coating layer, increasing the energy costs for evaporation.

X-ray analysis showed that the borated layer in the ductile iron contains such phases as Fe<sub>B</sub>, Fe<sub>2B</sub>,  $\alpha$ -phase, borocementite Fe<sub>3</sub> (B, C).

It can be show that the variation of defocusing conditions results in a noticeable change in the depth of the layer of laser doping. Thus, reducing the defocus, it causes a decrease in the depth of laser irradiation.

Comparing the patterns of layers with the comparable depth illustrates the effect of coating depth on the structure. For example, a three-zone layer with predominance of eutectic and hypoeutectic structures can become dual-zone with hypereutectic and eutectic zones with a predominance of the first one when changing the thickness of coating from 0.3 to 0.15 mm.

With increasing the exposure rate, under otherwise equal conditions of treatment there is a decrease in the depth of the layer, i.e. the volume of the molten metal bath decreases and consequently- the amount of boron dissolved in it increases therein. The data of X-ray diffraction and microscopic analysis reveal a change in the layer composition. X-ray diffraction shows an increase in the intensity of borocementite lines with the growth of irradiation rate, and microstructurally it is revealed by an increase in the share of structures with a high content of boron.

- [1] I. Gladky, V. Moschenok, V. Tarabanova, N. Lalazarova, D. Glushkova. The technology of constructional materials and materials conduct. / Gladky I., Moschenok V., Tarabanova V., Lalazarova N., Glushkova D. - Kharkov: KhNAHU, 2014 - P 464.
- [2] Grigorjanz A. The foundation of laser's processing of materials. / A. Grigorjanz / - M.: Mashine-building, 2009 – P 272.
- [3] Matveev U. The increasing of durability of details with using of laser's processing / U. Matveev. - Novgorod, 2003 – P 329.
- [4] Dzuba Yu., Lyubchenko A., Glushkova D., Tarabanova V. The strengthening of details of hige-duty castiron / Yu. Dzuba, A. Lyubchenko, D. Glushkova, V. Tarabanova. - Bulletin of KhNAHU, 2003, 3. - P 72-74.

## ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОТІЙКОСТІ ЧАВУНИХ ДЕТАЛЕЙ

## IMPROVEMENT OF THE WEARNESS OF IRON DETAILS

*Д-р техн. наук Л.А. Тимофеева, М.А. Колесник*  
*Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*Tymofeieva L. Doc. Sciences (Tech.), Kolesnyk M.*  
*Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Відомо багато методів та способів модифікації поверхні чавунних сплавів для виробів, які працюють в режимі тертя та зносу. Модифікація поверхні чавунних виробів та сталевих деталей водняним розчином алюмохромофосфатів, хромофосфатами та подальшій термічній обробці матеріалу формує матеріал поверхневого шару, який має гетерогенну шарову структуру.

При терті даного матеріалу в процесі утворення вторинних структур беруть участь всі структурні складові, але кількісне значення в цьому процесі відрізняється. Найбільш інтенсивною утворює вторинні структури ті складові, які мають підвищену схильність до активації та пасивації.

Відомо три основних групи реакції пасивації поверхонь твердих тіл при терті, яке відбувається в результаті взаємодії з активними елементами середовища; взаємодія з матеріалом контр тіла; внутрішньої перебудови структури поверхні шару. Так, якщо модифіковані поверхневі шари у своєму складі мають пасиви тори (кисень, сіру, фосфор, молібден та інші), то в процесі тертя має місце внутрішня перебудова структури поверхневого шару.

З цілю виявлення наявності хімічних елементів, які входять у склад поверхневого шару на поверхні тертя після зношування методом обертового розсіювання протонів, якісним та кількісним аналізом, проведені дослідження стану поверхні тертя.

Проведені досліди дозволили виявити на поверхні тертя ті хімічні елементи, які входять до складу початкового модифікованого шару, такі як Fe, C, O, Al, P, Cr, S, Si.

В процесі дослідження триботехнічних властивостей модифікованих окисних шарів було виявлено ефект самолікування мікро дефектів поверхні тертя, які спостерігалися стрибком моменту тертя, після якого повинно було бути схоплювання металу, але цього не спостерігалось. Після росту моменту тертя в часі йшла його стабілізація

Це підтверджує те, що модифікований шар має гетерогенну шарову структуру, кожен з шарів має індивідуальний склад й властивості, в процесі тертя виконує певну роль (рис. 1).

Стрибок моменту тертя характеризує перехід від одного шару до другого, тобто в процесі тертя має місце перетікання шарів, які призводять до створення оптимального субмікрорельєфа, який сприяє заліковуванню мікро дефектів. Фазовий склад поверхні тертя підтвердив наявність на поверхні оксидів металу, оксидів хрому, оксидів алюмінію, фосфідної евтектики, тобто в склад

поверхневого шару входять хімічні елементи, які були в основному складі, які проходячи стадію диспергування та регенерації при терті та формують структури, які екранують поверхню основного чавуну від розвалу. Про це свідчать данні, які були отримані при дослідженні. Поверхня тертя при наявності модифікованого шару не піддавалася руйнуванню при високих навантаженнях (до 2000Н), в той же час з оксидним шаром зчеплення та катастрофічний знос можна спостерігати при значно низьких навантаженнях, хоча з іншими поверхневими шарами, які були отримані при відомих методах хіміко-термічної обробки, оксидні шари витримують більш високі навантаження.

Таким чином, комплексні дослідження зносу модифікованого оксидного шару чавуну дозволяють зробити висновки, що знаючи умови роботи пари тертя та вимоги до неї, легіруючи оксидний шар тими або іншими хімічними елементами можемо отримати матеріал модифікованого поверхневого шару, який має комплекс заданих властивостей.

На підставі цього розроблений спосіб комплексного модифікування поверхні чавунних сплавів, яка включає термічну та хіміко-термічну обробку в одному технологічному циклі.

**УДК 629.4.06**

## **АНАЛІЗ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ**

### **ANALYSIS OF ENERGY SAVINGS ON RAILWAYS**

*Д.М. Козаренко, В.С. Лісничий,  
д-р техн. наук С.Ю. Сапронова,  
д-р техн. наук В.П. Ткаченко*

*Державний університет інфраструктури та технологій (м. Київ)*

*Kozarenko D., Lisnychyi V.,  
Sapronova S. Doc. Sciences (Tech.), Tkachenko V. Doc. Sciences (Tech.)  
State University of Infrastructure and Technology (Kyiv)*

Щорічно залізницями України споживається значна кількість дизельного палива, електроенергії, газу, вугілля, мазуту топкового та інших видів паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР).

Для залізничного транспорту процеси ресурсозбереження мають стратегічне значення, що і визначено в Стратегії розвитку ПАТ «Укрзалізниця» до 2021 року. В першу чергу, це викликано тим, що високий рівень зношеності основних фондів, який наразі характерний для підприємств галузі, негативно впливає на рівень експлуатаційних витрат та екологічні показники її діяльності, а тому і знижує рівень конкурентоспроможності залізничного транспорту на ринку перевезень.

Найбільш ефективними енергозберігаючими заходами по господарствах електропостачання за останні роки є такі:

- повернення електроенергії рекуперативного гальмування в первинну мережу на Львівській залізниці;
- відключення з роботи по одному тяговому агрегату або тяговому трансформатору залежно від поїзної ситуації на тягових підстанціях;
- впровадження економічних світильників, ламп та автоматів керування зовнішнім освітленням;
- впровадження перетворювальних агрегатів з 12-пульсними випрямлячами на тягових підстанціях постійного струму;
- впровадження автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії на залізницях України;
- впровадження пристроїв компенсації реактивної потужності в тяговій мережі.

Враховуючи підвищену зацікавленість в енергозбереженні, на Україні в зв'язку з підвищенням ціни на природний газ залізницями України була підтримана ініціатива Південної залізниці щодо розробки і впровадження найбільш ефективних енергозберігаючих заходів з короткими термінами окупності та їх пріоритетного фінансування. Дана ініціатива вилілась в окрему програму з обсягами річної економії ПЕР на суму 29,5 млн грн при інвестуванні 32,2 млн грн. Частина витрат на фінансування передбачається за рахунок короткотермінових кредитів. Крім того на виконання постанови Кабінету Міністрів України від 06.05.2005 р. № 324 «Про заходи щодо виконання у 2005 р. програми діяльності Кабінету Міністрів України «Назустріч людям» (п.313): Міністерством транспорту та зв'язку України розроблена «Галузева програма енергозбереження та впровадження альтернативних видів палива на транспорті на 2006–2010 рр.». Розділ залізничного транспорту в Програмі розроблявся з урахуванням пропозицій Укрзалізниці і представлений по 8 напрямках з загальною економією ПЕР 92,4 тис. туп. По Головному управлінню електрифікації та електропостачання відповідно до цієї програми будуть реалізуватися такі перспективні енергозберігаючі заходи:

– заміна застарілого електроосвітлювального обладнання на сучасне енергозберігаюче та запровадження автоматичного керування зовнішнім освітленням. Планова щорічна економія електроенергії закладена в програму 3,0 млн кВт·год. Потрібно відмітити, що на потреби зовнішнього освітлення на Укрзалізниці щорічно споживається 170...175 млн кВт·год електроенергії на суму 42-45 млн. грн. Сучасне електроосвітлювальне обладнання дозволяє при збереженні основних заданих світлотехнічних характеристиках знизити споживання електроенергії в декілька разів. У 2005 р. на Укрзалізниці замінено тільки в господарстві електропостачання 6 086 зовнішніх світильників та 14 706 електроламп, при цьому отримана економія електроенергії на суму 2 500 тис. грн;

– впровадження автоматизованих систем комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ) на залізницях України. Щорічна економія електроенергії при реалізації цього пункту складе 5,0 млн кВт·год. Реалізація

цього напрямку, крім питань енергозбереження, дозволить: привести облік електроенергії на електрооб'єктах Укрзалізниці до вимог нормативних документів електроенергетики України та оптового ринку електроенергії (ОРЕ); підвищити точність обліку електроенергії, отримати фізичні баланси електроенергії, знизити втрати електроенергії; забезпечити роботу залізниць по закупівлі електроенергії з оптового ринку електроенергії за диференційними тарифами і знизити витрати на електроенергію; уникнути залежності при закупівлі електроенергії від обласних енергопостачальних організацій, а значить і підвищити енергетичну безпеку Укрзалізниці; здійснювати погодинний прогноз споживання електроенергії та керування процесом електроспоживання з урахуванням графіка руху поїздів та в подальшому застосовувати регулювання графіка руху з метою зниження ціни закупівлі електроенергії;

– електрифікація та переведення на електротягу окремих ділянок залізниць. Основні оціночні розрахунки показують, що на даний час переведення на електрифікацію 1 км експлуатаційної ділянки залізниці коштує близько 1,11 млн грн (без врахування експлуатаційних витрат та витрат на закупівлю електрорухомого складу). Термін окупності залежить від вантажообороту і в середньому по Укрзалізниці при річному вантажообороті більше 2 000-2 500 млн. т·км брутто на км ділянки становить менше 4 років. При діючих цінах на електроенергію та дизельне паливо перевезення електротягою в 6...6,5 рази дешевше від теплотяги. Крім того, переведення на електротягу дає економію умовного палива близько 15 кг уп. на 1 млн т·км брутто. При переведенні на електричну тягу зменшуються викиди в атмосферу двоокису вуглецю, що поліпшує довкілля.

В Україні розвиток інфраструктури для отримання та споживання сонячної енергії вважається перспективним напрямком, оскільки середньорічний рівень інсоляції для більшості її територій є більшим, ніж у країнах Європи, які знаходяться на аналогічних широтах, а для півдня України відповідає рівню інсоляції країн південної Європи, у тому числі й Італії. Застосування сонячної енергії як альтернативного джерела електричної енергії для підприємств залізничної галузі та рухомого складу залізниць вважаємо актуальною проблемою, вирішення якої вимагає проведення щільних та всебічних досліджень.

Італія представила перший в Європі потяг із сонячною енергією (рис. 1, а). Сонячні батареї на даху поїзда забезпечують енергією для систем кондиціонування, освітлення та безпеки.





а)



б)

Рисунок 1 – Поїзди із сонячними батареями

Проект PVTRAIN, який частково фінансується ЄС, розробляється з 2003 року і включає 10 дослідних зразків: 5 вагонів, 3 вантажні вагони та 2 локомотиви [4].

Потяги, що працюють на сонячній енергії, зазвичай приводяться в рух, розміщуючи фотоелектричні панелі поблизу або на залізничних лініях; вони можуть генерувати достатньо електрики, щоб викликати струм тяги, який буде розподілений по мережі.

Результати дослідження, проведеного в 2017 році Лондонським Імператорським коледжем і британською добродійною організацією 10:10 викладені в звіті «Riding Sunbeams». В ньому відмічено, що генерація сонячної енергії з систем тяги постійного струму може ефективно мінімізувати залежність від енергосистем і заощадити 4,5 млн. фунтів стерлінгів на рік. Ця модель, як стверджується в звіті, незабаром може бути успішно реалізована в міських мережах метро, таких як лондонське метро, де 6% потреби в енергії буде забезпечуватися за рахунок сонячної енергії. Лінія проекту Riding Sunbeams тепер може повністю обійти національну енергосистему, використовуючи близько 100 сонячних панелей [6].

Але це не єдина існуюча модель. Наприклад, в Індії поїзда мають сонячну батареї на дахах, і в 2017 році місто Гувахаті став місцем розміщення першої в країні залізничної станції, що працює на сонячній енергії. Місцевий уряд продовжує роботу по впровадженню сонячної фотоелектричної енергії на 8500 станціях в найближчі роки. Подібні проекти також недавно були запуснені в Австралії та Аргентині, хоча поки в невеликих містах.

Ідея приєднання сонячних панелей до залізничних шпал також набуває значної популярності в галузі, оскільки потенційно дозволяє сонячним фотоелектричним елементам працювати на довгих маршрутах при відносно низьких витратах. Ініціативи в цих рамках почали з'являтися в останні кілька років, і такі компанії, як Bankset Group і Greenrail, стали лідерами.

Перший, Bankset Group, є британським фінансовим інвестором в галузі поновлюваних джерел енергії, чий авторитет в галузі зростає з вражаючою швидкістю. В даний час компанія працює над проектом, який, якщо він стане ефективним, забезпечить установку найбільшою сонячної установки в світі.

Почавши свою діяльність в 2013 році за фінансової підтримки європейських, китайських і американських партнерів, Bankset проводить випробування по установці сонячних панелей з кремнію і алюмінію на залізничних шпалах ряду європейських країн.

В Україні використання сонячної енергії на залізницях поки що знаходиться на стадії розробки, або в документах інтелектуальної власності (рис. 2). За попередніми розрахунками, обладнавши сонячними батареями площину в  $55\text{ м}^2$  даху вагона (загальна площа якого складає  $78,85\text{ м}^2$ ), можна отримати близько 5 кВт електричної енергії, що складатиме за рік 93560 кВт год з одного вагона при середньому рівні інсоляції на маршруті у  $3251\text{ Вт/м}^2/\text{день}$ . На практиці фотоелектричні елементи можуть використовуватись як поодиночі, так і збиратись у сонячні батареї (фотомодулі) для отримання потрібної потужності. Типова батарея номіналом 50 Вт складається із 36 послідовно з'єднаних сонячних елементів  $100\times 100\text{ мм}^2$ . Така батарея в робочій точці розвиває 17 Вт при струмі 3А при освітленні  $100\text{ мВт/см}^2$ . Модуль виконаний у вигляді панелі, в алюмінієвому каркасі. Панель являє собою фотоелектричний генератор, який складається зі скляної плити, з тильних боків якої між двома шарами ламінуючої плівки розміщені сонячні елементи, які електрично поєднані між собою шинами. До внутрішнього боку модуля приєднаний блок терміналів, у якому розташовані електричні контакти, призначені для підключення модуля. Найкращі сонячні елементи на даний момент мають коефіцієнт корисної дії більше 30%, та строк служби близько 30-50 років, робота їх безшумна, окрім цього, фотоелектричні елементи мають велику надійність [4].



Рисунок 2 - Спосіб альтернативного енергозабезпечення вагонів рейкового рухомого складу від фотоелектричної системи

Аналіз впровадження енергозберігаючих технологій свідчить про широкі перспективи використання сонячної енергетики у сфері вагонного господарства та актуальність вирішення проблеми обладнання вітчизняного рухомого складу (вагонів) південного напрямку сонячними модулями як додатковим джерелом електричної енергії.

[1] Стратегія розвитку публічного акціонерного товариства «Українська залізниця» до 2021 року. Київ. 2017. 32 с.

- [2] Оборудование нетрадиционной и малой энергетики / под ред. С.П. Осипова. – АО ВИЕН, 2000.
- [3] Солнечные батареи / под ред. Д.Ю. Потапова. – Днепропетровск: Вища школа, 1982.
- [4] Italian Trains with Solar-Power Boost. Режим доступу: [http://www.greencarcongress.com/2005/10/italian\\_trains\\_.html](http://www.greencarcongress.com/2005/10/italian_trains_.html)
- [5] Спосіб альтернативного енергозабезпечення вагонів рейкового рухомого складу від фотоелектричної системи: пат. 101017 Україна; а 201033363 / Бондаренко В.В.; заявник та власник Українська державна академія залізничного транспорту, заявл. 17.09.2010; опубл. 25.02.2013, Бюл. № 4. – 5с.
- [6] Solar-powered trains: the future of rail? Режим доступу: <https://www.railway-technology.com/features/solar-powered-trains/>

УДК 539.376:539.4.014.13

## ОЦІНКА РЕЛАКСАЦІЇ НАПРУЖЕНЬ ТА АНІЗОТРОПІЇ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВИРОБІВ З ПЛАСТИЧНО-ДЕФОРМОВАНОЇ СТАЛІ ПІСЛЯ ТЕРМООБРОБКИ ЗА КОЕРЦИТИВНОЮ СИЛОЮ

### ASSESSMENT OF RELAXATION OF STRENGTH AND ANISOTROPY OF PROPERTIES OF PRODUCTS OF PLASTIC-DEFORMED STEEL AFTER HEAT TREATMENT BY COERCITIVE FORCE

*В.М. Власовець, В.М. Засць, Т.В. Власенко*

*Харківський національний технічний університет сільського господарства  
імені Петра Василенка (м. Харків)*

*V.M. Vlasovets, V.M. Zayets, T.V. Vlasenko*

*Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture (Kharkiv)*

Неоднорідна локальна деформація при пластичному деформуванні та подальшій термічній обробці призводить до формування неоднорідних властивостей виробів [1], зокрема поверхневої твердості (рис. 1). Незважаючи на зростаючу кількість публікацій з даного напрямку в останні роки, певне коло питань потребує додаткових досліджень.

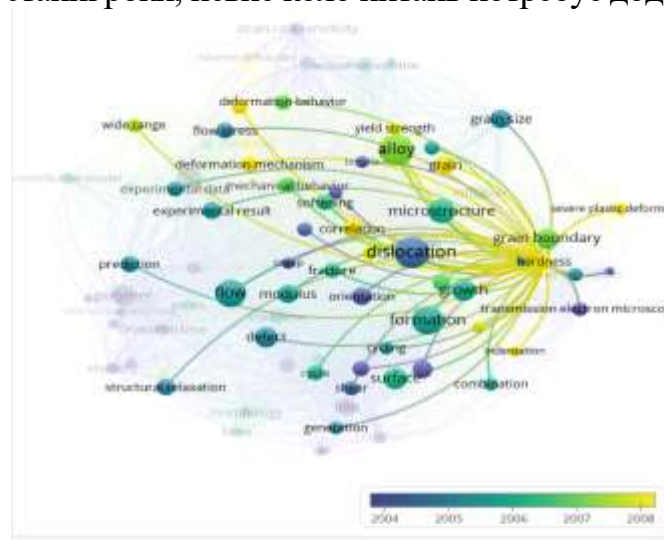


Рис. 1. Кластер напрямків наукових досліджень у світовому просторі, що проводяться у напрямку вивчення релаксації напружень після пластичного деформування та термічної обробки (жовтий – найновіші дослідження, зелений та

синій – менша динаміка). Розмір вузла вказує на кількість досліджень з даного напрямку. Джерело: Web of Science Core Collection (Data Processed: December 15, 2019)

Напруження першого роду при проведенні термічної обробки мають тенденцію до зниження розкиду значень магнітного параметра – коерцитивної сили (далі  $H_c$ ) та зменшуються при проведенні відпуску [2] (при відсутності реалізацій механізмів дисперсійного зміцнення). В той же час при повторній перевірці рівня магнітного параметру через певний проміжок часу він знижується [3]. Однак при відхиленнях у процесах термічної обробки може збільшуватись не тільки рівень коерцитивної сили, але й розкид її значень. Для визначення впливу релаксації напружень металу складу, близького до евтектоїдного, на рівень магнітного параметру перша частина зразків була загартована від  $950^{\circ}\text{C}$ , а інша після гартування від  $950^{\circ}\text{C}$  відпущена при температурах  $120^{\circ}\text{C}$  та  $250^{\circ}\text{C}$ . Такий діапазон температур є характерним для самовідпуску виробів в умовах виробництва.

Після проведення термічної обробки пластично-деформованого металу відбуваються процеси розподілу залишкових напружень у матеріалі. Це в свою чергу призводить до зміни рівня  $H_c$  через певний проміжок часу. Для визначення впливу таких процесів на магнітну характеристику вимірювали  $H_c$  одразу після термічної обробки та через 100 годин.

Встановлено, що релаксація напружень у виробі безпосередньо після проведення обробки призводить до підвищення рівня коерцитивної сили:

$$H_c = 11,24 + 0,25 t \text{ (по осьовій лінії прокату)} \quad (1)$$

$$H_c = 10,81 + 0,23 t \text{ (по поверхні прокату)}, \quad (2)$$

де  $t$  – час, що пройшов після термообробки, хв.

Підвищення рівня магнітного параметру може бути свідченням того, що релаксація напружень відбувається за рахунок пластичної деформації мікрооб'ємів матеріалу. Для більш пластично деформованого матеріалу перед гартуванням – по осьовій лінії прокату характерним є більший початковий рівень коерцитивної сили – на 4% у порівнянні з поверхнею прокату та зменшена на 8% інтенсивність його зміни.

Після проведення гартування та самовідпуску при  $120^{\circ}\text{C}$  релаксація напружень у виробі триває, але з меншою інтенсивністю, особливо по поверхні прокату:

$$H_c = 11,86 + 0,23 t \text{ (по осьовій лінії прокату)} \quad (3)$$

$$H_c = 10,86 + 0,02 t \text{ (по поверхні прокату)} \quad (4)$$

Найменший початковий рівень та в середньому низька інтенсивність зміни магнітного параметру після самовідпуску при  $250^{\circ}\text{C}$ :

$$H_c = 7,49 + 0,12 t \text{ (по осьовій лінії прокату)} \quad (5)$$

$$H_c = 6,95 + 0,10 t \text{ (по поверхні прокату)} \quad (6)$$

При збільшенні проміжку часу (понад 100 год) відбувається релаксація за рахунок перерозподілу остаточних напружень та вирівнювання їх рівня, що призводить до зниження  $H_c$  практично до рівня початкової величини. Середній рівень  $H_c$  дозволяє контролювати відхилення в напружено-деформованому стані металу при змінах температури відпуску в інтервалі  $120 - 250^{\circ}\text{C}$ .

[1] Jiang W. C., Chen W., Woo W., Tu S. T., Zhang X. C., Em V. Effects of low-temperature transformation and transformation-induced plasticity on weld residual stresses: Numerical study and neutron diffraction measurement // *Materials & Design*. – 2018. – Т. 147. – С. 65-79.

[2] Науменко А.А. Теоретическое обоснование использования магнитного структурного анализа для оценки механических свойств деталей / В.М. Власовец, А.А. Науменко, В.Н. Заец // *MOTROL*. – Lublin-Rzeszow., 2015. – Vol.17, № 7. – С.113-121

[3] Villa M., Niessen F., Somers M. A. J. In Situ Investigation of the Evolution of Lattice Strain and Stresses in Austenite and Martensite During Quenching and Tempering of Steel // *Metallurgical and Materials Transactions a-Physical Metallurgy and Materials Science*. – 2018. – Т. 49A, № 1. – С. 28-40.

[4] Науменко А.О. Исследование влияния виброобработки на упрочнение структурных составляющих стали 10/ Скобло Т.С., Власовец В.М., Науменко А.О., Дудников И.А. // *Вісник ХНТУСГ*. – Харків, 2015. – вип. 158. – с.279–287

## **КОМПЛЕКСНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИ РОЗРОБЦІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАСЛЯНОГО ШЕСТЕРЕНОГО НАСОСУ**

### **COMPLEX RESEARCHES IN THE DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF IMPROVING THE OPERATING PROPERTIES OF OIL GEAR PUMP PARTS**

*Д-р техн. наук Л.А. Тимофеева, Л.В. Волошина*  
*Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*Tymofeieva L. Doc. Sciences (Tech.), Voloshyna L.*  
*Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Умови експлуатації машин і агрегатів вимагають високої якості, надійності і довговічності їх деталей. В процесі зношування рівень триботехнічних властивостей деталей знижується. Це пов'язано з тим, що при експлуатації пар тертя має місце зниження твердості та фізико-механічних властивостей, а також накопичення і розвиток ушкоджень.

Масляний насос типу НШ є одним з важливих вузлів мастильної системи двигунів, що забезпечує циркуляцію мастила в системі змащення. Вихід з ладу окремих елементів насоса через зношування, приводить до нестабільної роботи двигунів. В наш час у світовій практиці розроблено ряд методів підвищення триботехнічних властивостей матеріалів. Однак, як показала практика, ці методи не забезпечують необхідну зносостійкість. Тому ведуться дослідження, пов'язані з розробкою нового методу поверхневого зміцнення, який би забезпечував підвищення експлуатаційних характеристик поверхонь пар тертя. Особливу увагу приділяють тим методам та способам, які забезпечують не тільки досягнення заданих властивостей, але й гарантують екологічну чистоту технологічного процесу.

При проведенні комплексних досліджень з розробки нового технологічного процесу підвищення експлуатаційних властивостей деталей масляного шестеренного насоса доцільно застосувати прості інструменти якості, що дозволяють розробити питання першочергового вирішення, на основі контролю

діючого процесу, збирання, опрацювання та аналізування отриманих фактів з метою подальшого поліпшення якості процесу. Вони дозволяють вчасно виявляти і відображати невідповідності, встановлювати основні фактори для першочергового реагування і розподіляти ресурси з метою ефективного вирішення цих проблем [1].

Сім основних інструментів якості [1] — набір інструментів, що дозволяють полегшити завдання контролю поточних процесів і надати різного роду факти для аналізу, коригування та поліпшування якості процесів.

Для розробки заходів з комплексних досліджень при розробці нового технологічного процесу підвищення експлуатаційних властивостей деталей масляних шестеренних насосів була використана діаграма Ісікави. Вона дозволяє унаочнити етапи проведення досліджень. Розроблена діаграма наведена на рис. 1.



Рис.1. Розроблена діаграма Ісікави для комплексних досліджень

Унаочнення комплексу досліджень при розробці нового технологічного процесу за допомогою діаграми Ісікави дозволило системазувати розробку технології обробки деталей масляного насоса в парогазовому середовищі водного розчину алюмохромфосфатного з'єднання [2, 3], яка має такі переваги: підвищення зносостійкості пар тертя, за рахунок утворення на поверхні деталей аморфних структур, оксидів ( $Fe_2O_3$ ) та шпінелей ( $Fe_3O_4$ ); скорочення періоду припрацювання пари тертя; значне скорочення часу на обробку деталі порівняно з традиційними технологіями ХТО; забезпечення дифузійного насичення у важкодоступних місцях; відносно невелика собівартість, ресурсозбереження і екологічна чистота, завдяки низькій концентрації насичуючих елементів.

# АНАЛІЗ РОБОТИ ПРУЖИННО-ФРИКЦІЙНОГО ВІЗКА ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ

## ANALYSIS OF OPERATION OF SPRING FRICTION TROLLEY OF A FREIGHT WAGON

*Д.Г. Воскобойніков, В.А. Гребенюк*

*Voskoboinikov D., Hrebeniuk V.*

При розробці типажу вантажних вагонів досить велика увага приділяється ефективності їх експлуатації. За рівнем динамічного впливу вагони не повинні перевищувати значень, встановлених для існуючого парку. Ця вимога реалізується в пружинному комплекті візка за рахунок статичного і динамічного прогину, а головне - у фрикційному вузлі гасіння вертикальних і горизонтальних коливань. Щоб проаналізувати роботу пружинно-фрикційного поля вантажного вагона необхідно провести розрахунки взаємодії всіх елементів.

Для аналізу роботи фрикційного вузла потрібен системний підхід, що враховує взаємодію надресорної балки, фрикційних клинів, фрикційних планок бокових рам візка. Кожен візок містить два фрикційних гасителя коливань, а кожен гаситель - чотири пари плоских фрикційних поверхонь. При такій кількості фрикційних поверхонь з урахуванням допусків забезпечити повний контакт всіх розглянутих площин, та ще й з додатком рівнодійної посередині майданчиків, практично неможливо.

Для достовірного аналізу роботи пружинно-фрикційного комплексу слід виходити з реальних умов і прийняти перехід від повного контакту площинами до контакту окремими гранями клина при складанні візка.

Співвідношення між діючими по гранях фрикційного клина силами знаходять із умови рівності нулю суми проекцій діючих сил на осі координат і рівності нулю суми моментів діючих сил відносно грані прикладання сили  $H_1$ .

З проекцій на координатні осі отримуємо співвідношення:

*при русі надресорної балки вниз*

$$K_1 + K_2 = \frac{\sqrt{2Q}}{1 - \mu}; H_1 + H_2 = \frac{Q}{1 - \mu} \quad (1)$$

*при русі надресорної балки вгору*

$$K_1 + K_2 = \frac{\sqrt{2Q}}{1 + \mu}; H_1 + H_2 = \frac{Q}{1 + \mu} \quad (2)$$

де  $Q$  - зусилля пружини клина;  $\mu$  - коефіцієнт тертя.

Момент відносно грані прикладання сили  $H_1$  з урахуванням плечей діючих сил  $\sum M = 135H_2 - 68K_1 - 178K_2 + 110Q = 0$  (3)

Розглядається послідовний ряд варіантів:

1. Вважаємо  $K_1 = 0$ ; проводячи обчислення величин діючих сил, отримуємо негативний результат для сили  $H_1$ ; це означає, що варіант  $K_1 = 0$  не відповідає

застосовуваної конструкції фрикційного вузла. Тому за результатами першого варіанту приймається до розгляду другий варіант;

2.  $H_1 = 0$ ; результати виконаних розрахунків за формулами (1), (2) і (3). При русі надресорної балки вниз умова  $H_1=0$  дотримується, проте при русі надресорної балки вгору значення  $K_1$  виявляється негативним; отже, співвідношення зусиль при русі вгору повинні визначатися за спрощеним варіантом  $K_1 = 0$  і формулою (2);

3.  $K_2 = 0$ ; При русі надресорної балки вниз умова  $K_2 = 0$  дотримується при коефіцієнті тертя  $\mu > 0.10$ ; однак при русі надресорної балки вгору виявляється від'ємне значення  $H_2$ ; отже, співвідношення зусиль при русі вгору має визначатися за спрощеним варіантом  $H_2 = 0$  і формулою (2).

Різниця в варіантах контакту деталей клинового гасника коливань призводить до різниці їх силової взаємодії.

Так, у разі контакту за варіантом 2 ( $H_1 = 0$ ) найбільше зусилля  $H_2 = 1,25Q$  діє в нижній кромці стандартного клина, тому в нижній частині фрикційної планки спостерігається підвищений знос, від нерівномірного зносу утворюється сходинка.

У разі контакту за варіантом 3 ( $K_2 = 0$ ) найбільше зусилля  $H_2 = 1,17Q$  діє на верхній кромці стандартного клина, тому підвищений знос буде спостерігатися в верхній частині фрикційної планки.

Для клина з подовженою вертикальною поверхнею горизонтальні зусилля по кромці мають меншу різницю, але в разі контакту за варіантом 1 ( $K_1 = 0$ ) зусилля  $H_2 = 1,1Q$  викличе підвищений знос в нижній частині фрикційної планки або клина.

Таким чином, відносне розташування деталей клинового гасителя коливань визначає розташування і величину нерівномірного зносу фрикційної планки і кромки клина. Різниця в відносному розташуванні розглянутих деталей викликає також зміна розташування надресорної балки під дією навантаження від кузова і його деформації.

Введення кромки контакту при розрахунках дозволяє виявити дійсне навантаження розглядуваного фрикційного вузла і визначити характер розподілу питомого навантаження на поверхню контакту за величиною кромкових зусиль. Введення обпирання надресорної балки на спеціальну грань клина не призведе до додатковому зносу, адже таке спирання фактично реалізується при збиранні візка.

Тому удосконалення технології відновлення зношуваних поверхонь деталей рухомого складу за рахунок розроблення комплексної технології відновлення геометричних розмірів і структурно-фазового стану зношених деталей дає можливість зменшити собівартість ремонту візків вантажних вагонів і підвищити ритмічність їх випуску із планових видів ремонту.



# МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В МАШИНОБУДУВАННІ

## METROLOGICAL SUPPORT IN ENGINEERING

*Д-р техн. наук Л.А. Тимофеева, М.Р. Вовк*  
*Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*Tymofeieva L. Doc. Sciences (Tech.), Vovk M.*  
*Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Метрологічне забезпечення – обов'язкова і невід'ємна частина машинобудування, його значимість важко переоцінити.

Основними цілями метрологічного забезпечення є:

- підвищення якості продукції, ефективності управління виробництвом і рівня автоматизації виробничих процесів;
- забезпечення взаємозамінності деталей, вузлів і агрегатів, створення необхідних умов для кооперування виробництва і розвитку спеціалізації;
- підвищення ефективності науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, експериментів і випробувань;
- забезпечення достовірності обліку і підвищення ефективності використання матеріальних цінностей і енергетичних ресурсів;
- підвищення ефективності заходів з профілактики, нормування та контролю умов праці та побуту людей, охорони навколишнього середовища, оцінки якості та раціонального використання природних ресурсів;
- підвищення рівня автоматизації управління транспортом і безпеки його руху;
- забезпечення високої якості і надійності зв'язку.

Складність якісного метрологічного забезпечення у виробництві пов'язана не тільки з нескінченним різноманіттям метрологічних завдань, специфікою умов проведення вимірювань, необхідністю наявності кваліфікованих кадрів, але і з різноманіттям вимірювальних засобів, методів вимірювань, схем і т.п.

Підхід до метрологічного забезпечення машинобудівного виробництва був досить детально опрацьований в 70-80-х рр. минулого століття. Однак згодом, в силу різних факторів, ці концепції не зазнали практично ніяких змін. В результаті метрологічне забезпечення на даний момент майже повністю відповідає цим концепціям тридцятирічної давності, але абсолютно не відповідає сучасним вимогам. Як наслідок, на більшості вітчизняних підприємств машинобудування практично повсюдно відсутні реальні (не на папері) системи управління якістю, що базуються на статистичних методах управління процесами. Основною причиною цього є не тільки відсутність в більшості випадків сучасних цифрових засобів вимірювання, без яких реалізація подібних систем неможлива, але і нестача кваліфікованих фахівців. У 90-х рр. на вітчизняних підприємствах стало різке скорочення метрологічних служб і навіть їх ліквідація.

Подібна ситуація абсолютно не відповідає сучасним вимогам до організації машинобудівного виробництва і є стримуючим фактором для подальшого технічного, технологічного та організаційного розвитку підприємств.

В даний час вимірювання в тій чи іншій мірі пронизують всі сфери інженерної праці. В процесі навчання майбутні фахівці технічних напрямків при освоєнні дисциплін навчального плану проводять численні різні виміри, особливо при виконанні лабораторних і практичних робіт.

З вимірами постійно пов'язана діяльність інженера-дослідника, інженера-технолога, інженера-конструктора. Наприклад, інженер-конструктор зобов'язаний мати чітке уявлення про можливості вимірювальної техніки, забезпечити взаємозамінність деталей і складальних одиниць, контроль розроблюваного виробу на всіх стадіях його життєвого циклу. Вимірювальна інформація є основою для прийняття технічних і управлінських рішень при випробуванні продукції, оцінюванні її технічного рівня, атестації та сертифікації якості. Знання сучасних правил, норм і вимог в області вимірювань також необхідно для фахівців, які здійснюють функції організації та управління виробництвом.

На виробництві молодий спеціаліст, як правило, завжди прямо чи опосередковано пов'язаний по роботі з вимірами. При цьому він стикається з великою кількістю вимірювальних завдань, нормативних документів метрологічного змісту, виконання яких є обов'язковим. Однак знання метрологічних правил і норм ще не дає гарантії успішної інженерної діяльності. Інженеру необхідно вивчити і освоїти методи вимірювань і основні принципи конструювання вимірювальних засобів. При цьому на перше місце слід поставити знання методів вимірювання.

Постійна зміна стандартів, положень, показників та іншої нормативної документації заставляє спеціалістів постійно стежити за цим процесом і враховувати в роботі. Для допомоги працівникам метрологічних служб виробництва в даних розділах наведені нові стандарти і інформація про намічені зміни в цій галузі. Метрологічне забезпечення на машинобудівному підприємстві є фундаментом вимірювальної справи і контролю, технічно і організаційно забезпечує однаковість і правильність показань всіх вимірювальних приладів на підприємстві і завдяки цьому створює умови для однаковості і правильності всіх вимірювань.

**ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВИРОБІВ ТРАНСПОРТНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ  
ЗА РАХУНОК ЗАСТОСУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИХ  
РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**IMPROVING THE QUALITY OF TRANSPORTATION PRODUCTS FOR  
THE APPLICATION OF ENVIRONMENTALLY RESOURCE-SAVING  
TECHNOLOGIES**

*Г.Л. Комарова, Д.М. Титар*

*Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*Komarova H., Tytar D.*

*Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Розробка екологічно чистих методів нанесення захисних покриттів на метали, до яких відноситься і парооксидування, є актуальним завданням транспортного матеріалознавства.

Результати дослідження термохімічного формування покриттів, в середовищі перегрітої водяної пари дозволили розробити технологію нанесення багат шарових покриттів з більш широким діапазоном фізичних та триботехнічних властивостей, ніж традиційні.

Обробка виробів в тліючому розряді, або за допомогою вакуумно-плазмових технологій переконливо доводить, що електричне поле впливає на формування покриття.

Якщо формувати покриття на металі під впливом перегрітих водних парів та електричного поля, то при варіюванні напрямком і величиною цього поля можна управляти якісним і кількісним складом хімічних елементів, які входять до складу покриття. А це забезпечує необхідні фізико-технічні параметри покриття.

На рис. 1 наведені рентгенівські дифрактограми захисних покриттів отриманих в атмосфері перегрітої водяної пари при температурах 600<sup>0</sup>С та 450<sup>0</sup>С без впливу електричного поля та при температурі 450<sup>0</sup>С з впливом електричного поля напруженістю 2·10<sup>6</sup> В/м, коли до виробу підключений позитивний потенціал.

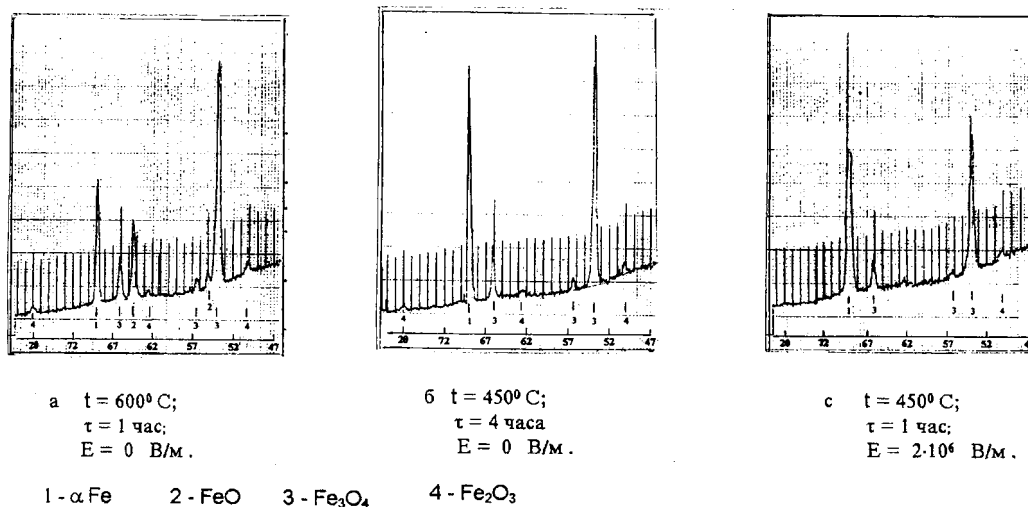


Рисунок 1 – Дифрактограми захисних покриттів

Обробка, отриманих дифрактограм, показала, що фазами оксидної плівки є оксиди  $\text{FeO}$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  і  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Інших фаз в структурі окисної плівки не виявлено.

Електричне поле найбільш сильно впливає на кількісний розподіл окисних фаз в оксидній плівці при низьких температурах обробки виробу, зі збільшенням температури цей вплив слабшає.

Окисна плівка отримана парооксидуванням зі сталі 20 при температурі  $450^{\circ}\text{C}$  має наступний фазовий склад: гематит 15%, магнетит 85% (без застосування електричного поля); гематит 15%, магнетит 85% (із застосуванням електричного поля).

Окисна плівка, отримана парооксидуванням зі сталі 20 при температурі  $600^{\circ}\text{C}$  має наступний фазовий склад: гематит 10%, магнетит 55%, вюстит 35% (без застосування електричного поля); гематит 12%, магнетит 56%, вюстит 32% (із застосуванням електричного поля).

Зі зниженням температури, при якій обробляється зразок, тепловий вплив на фізико-хімічні процеси зменшується, в порівнянні з електричним впливом на ці ж процеси. В результаті дії електричного поля збільшується потік іонів кисню до поверхні оксидної плівки. Отже, підвищується концентрація іонів кисню в оксиді, що призводить в кінцевому підсумку до незначного підвищення гематиту відповідно до діаграми стану системи залізо-кисень.

Слід звернути увагу на той факт, що захисні покриття отримані при  $600^{\circ}\text{C}$  і без електричного поля та захисні покриття отримані при  $450^{\circ}\text{C}$  при накладанні електричного поля, мають однакові товщини шару гематиту і практично однакові товщини шару магнетиту.

Дослідження хімічних параметрів цих покриттів, проведені методом скануючої електронної мікроскопії, підтвердили зміну концентрації в них елементів.

Результати досліджень показують, що при впливі електричного поля на насичуюче середовище можна отримувати в одному технологічному циклі різні за складом, а відповідно і за властивостями покриття. Це дає можливість розширити функціональні можливості пароксидування, як процесу ХТО в цілому та застосування його для деталей транспортного призначення.

## **ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ ТА ПРОЦЕСУ ЗНОШУВАННЯ ЦИЛІНДРО-ПОРШНЕВОЇ ГРУПИ**

### **PECULIARITIES OF WORK AND PROCESS OF WEARING OF CYLINDER-PISTON GROUP**

*С.С. Тимофеев, М.А. Колесник*

*Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*Tymofeiev S., Kolesnyk M.*

*Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Статистичний аналіз показує, що більшість пар, які труться, виходять з ладу у зв'язку зі їх зносом. На відновлення та ремонт деталей і обладнання в Україні витрачається щорічно значні суми державних та приватних коштів. Серед них домінуючу роль займають деталі циліндро-поршневої групи дизельних двигунів. Підвищення їх надійності та довговічності є дуже важливою задачею залізничної промисловості. Відмова у роботі двигуна викликають довгочасний простій, значні затрати запасних деталей, підвищують витрати на обслуговування та експлуатацію.

Циліндро-поршнева група, зокрема, поршень, кільця та гільзи циліндрів, працюють під дією високих тисків, сил інерції та температури, іддаючись інтенсивному зносу. Зворотньо-поступальні рухи поршня, зі змінною швидкістю при змінних температури, тиск і шарів змазки, створюють складні режими тертя поршня та кільця по дзеркалу циліндрів. У верхній зоні зупинки поршневого кільця у камери згорання температура середовища досягає 350<sup>0</sup>С, яка падає до 70-90<sup>0</sup>С у нижній частині гільзи.

У двигунах найбільш схильні до теплових та механічних навантажень верхня частина гільзи. Саме тут температура та тиск газів найбільш висока. Нижня частина гільзи знаходиться в кращих умовах так, як приймає менше тиску та теплове навантаження. При руху поршня сила тертя між кільцями та гільзою досягає свого максимуму в момент зміни напрямлення руху, тобто коли швидкість поршня прагне до 0.

Притирка та утримання змазки на внутрішній (робочій) поверхні гільзи циліндра досягається за допомогою хіміко-термічної обробки, котра утворює спеціальний шар з покращеними антифрикційними характеристиками.

Товщина змащувальної плівки між поршнем та гільзою змінюється в залежності від температури, тиску й швидкості ковзання. По довжині циліндру

поршневі кільця можуть працювати в умовах сухого та граничного тертя. В місцях реверсу та, особливо, в верхній зоні циліндру, товщина масляного шару мінімальна, у зв'язку з тим, що в цій зоні найбільша температура та питомий тиск. Досліди показали, що знос поверхні пар, які труться та працюють в умовах порушення суцільності шару змазки, відбуваються, головним чином, за рахунок мікро-контактного схоплювання. Про це свідчить наявність на поверхні тертя гільз та кілець вогнищ металічної взаємодії та характерних пошкоджень у вигляді рисок та невеликих задирів.

Формування поверхні тертя пар «гільза циліндро-поршневе кільце» має місце в період притирки, так як швидкість притирки цієї пари має особливе значення. Перший період роботи циліндро-поршневого вузла зв'язаний зі значним проривом газів через кільця, які погано прилеглі к циліндру. Це викликає перегрів деталей, вигорання та коксування змазки й збільшення сили тертя.

Розглядаючи процес зносу слід враховувати, що на практиці процес руйнування поверхні тертя виглядає значно складніше, чім це описано в багатьох працях.

В умовах експлуатації руйнування металу протікає при одночасній дії різних факторів, тому процес зношування є багатограничним.

Найбільшу увагу можна звернути на граничне тертя, яке обумовлено наявністю між поверхнями тертя тонкого шару змазки товщиною до однієї, або декілька молекул. Такі тонкі шари рідинної змазки змінюють свої фізичні властивості під дією силового поля твердого тіла їх властивості відрізняються від властивостей рідини в об'ємі. З іншої сторони, тверде тіло змінює свої фізичні й механічні властивості під дією змазки.

Граничні шари модифікованого металу, які утворюються в результаті механічної взаємодії активованих об'ємів металу з зовнішньою середою, а також граничні шари змазки, які знаходяться в квазитвердому стані являють собою вторинні структури, які визначають граничний стан.

До складу змазки входять речовини з полярними (активними) та неполярними молекулами, поверхня твердого тіла за рахунок Ван-дер-Вальса абсорбує полярні молекули (фізична адсорбція). Молекули змазки орієнтуються визначеним чином відносно поверхні твердого тіла. Товщина визначеного шару від  $200\text{Å}$ .

Таким чином, щоб зменшити коефіцієнт тертя при граничній змазці, потрібно застосовувати такий змащувальний матеріал, плівка якого на поверхнях тертя мають малою адгезію між собою, із-за цього малий опір зсуву.

Водночас необхідно, щоб ці плівки утримувалися міцно на поверхні твердого тіла, тобто мали більше адгезії по відношенню до твердого тіла.

# СТРУКТУРНІ ЗМІНИ ПОВЕРХНЕВИХ ШАРІВ В УМОВАХ ТЕРТЯ І ЗНОШУВАННЯ

## STRUCTURAL CHANGES OF SURFACES IN FRAGMENT AND WEARING

*М.В. Грибанов, О.І. Цап*

*Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*Hrybanov M., Tsap O.*

*Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Однією з найважливіших тенденцій розвитку машинобудування є зниження матеріалозності машин та механізмів. Зменшення розмірів і маси виробів призводить до необхідності передачі вищих контактних напружень і потужностей, що призводить до швидкої зміни властивостей і структури матеріалу, особливо в разі тертя. Велика розманітність складних фізико-хімічних процесів, що одночасно протікають на поверхнях тертя, ускладнює побудову єдиного підходу до опису процесу зношування пра тертя.

Тертя і зношування матеріалу в умовах адгезії є складним багатофакторним видом навантаження, в результаті якого в поверхневих шарах матеріалів відбуваються зміни, безпосередньо пов'язані з утворенням сильнодеформованого, фрагментованого поверхневого шару і переходом від нормального механізму зношування до катастрофічного. Катастрофічне зношування можна охарактеризувати як різке і необоротне збільшення масштабу руйнування в поверхневих шарах зразка, порівнянне з розмірами самого зразка.

На даний час процес деформації твердих тіл традиційно розглядається на мікроструктурному рівні. При цьому існують певні труднощі, особливо яскраво проявляють себе при спробах застосувати теорію дислокацій для пояснення явищ руйнування на макрорівні. Необхідною сполучною ланкою між поведінкою структури, що деформується на мікрорівні і макрорівні може служити розгляд структурних змін на проміжному масштабному рівні, що описує взаємодію потоків дефектів і локалізацію деформації. Характерною рисою деформації матеріалів на цьому рівні є те, що носієм деформації виступають деякі обсяги матеріалу, які взаємодіють між собою за певними закономірностями.

Структурні зміни в поверхневих шарах твердих тіл при терті в умовах, близьких до схоплювання полягають в утворенні особливого поверхневого шару, структура якого сильно подрібнена під дією деформації, перемішування і генерується тертям тепла. Утворення такого шару зв'язується головним чином з перенесенням і перемішуванням фрагментів і частинок зносу на поверхні. Таким чином, по загальноприйнятій думці формування шару йде поступово і не пов'язане зі зміною масштабного фактора.

Сплави на основі міді (латунь, бронза) в транспортному машинобудуванні застосовуються в парах тертя зі сталлю, де реалізується ефект вибіркового перенесення. Має місце різке падіння коефіцієнта тертя при збільшенні навантаження і швидкості ковзання.

Падіння викликане формуванням тонкої плівки міді на поверхні, як латунного зразка, так і сталевого контртіла (диска). Зміна моменту тертя для тертя латунного зразка при навантаженні 800 Н також характеризується наявністю двох різних режимів тертя. Зношування в даному режимі відбувається шляхом окислення, на поверхні формується плівка чорного кольору. Дослідження поверхні тертя, виявили, що має місце вихід цинку з твердого розчину і його переважне окислення.

Тертя в умовах, близьких до режиму схоплювання, супроводжується утворенням шару матеріалу з розмірами структурних складових в долі мікрометра, що свідчить про інтенсивну фрагментацію. Наявність таких структурних складових призводить до зміни механізму деформації в поверхневих шарах, при цьому виявляється в'язкий механізм від течії шару до межі з нижнім матеріалом, що представляє собою зону фрагментації.

Перехід в режим адгезійного схоплювання супроводжувався різким зростанням товщини фрагментованого шару, що свідчить про зв'язок між цими явищами. Очевидно, формування шару мезоскопічної товщини є більш пізньою стадією деформування матеріалу в області мікротрібоконтakta. Морфологія шару і характер перебігу на межі з основним металом дозволяє припустити, що єдиним механізмом, здатним утворити такий шар, є механізм втрати зсувного опору попередньо фрагментованого матеріалу за рахунок температурного знеміцнення. При цьому виявлено в'язкий механізм деформації шару, подібний течією шарів в'язкої рідини по нерухомій межі. Таким чином працездатність пар тертя залежить не тільки від вихідного стану поверхонь тертя, але і від структур які утворюються в процесі тертя.

## **ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ КОЛІСНИХ ПАР РУХОМОГО СКЛАДУ**

### **IMPROVEMENT OF RELIABILITY OF ROLLING STOCK**

*Д-р техн. наук Л.А. Тимофєєва, І.І. Федченко*

*Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*Tymofeieva L. Doc. Sciences (Tech.), Fedchenko I.*

*Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Безпека руху та економічна ефективність перевезень багато в чому залежать від експлуатаційної надійності і довговічності рухомого складу. Важливу роль у безпеці руху грають колісні пари, які в більшості випадків визначається контактено-втомної міцністю і зносостійкістю верхніх шарів металу обода



колеса, а саме виникає потреба в колесах з більш високим рівнем твердості і ударної в'язкості (НВ більш 360 МПа, КСУ $\geq$ 18Дж/см<sup>2</sup>).

В процесі експлуатації колеса піддаються впливу широкого спектру механічних и теплових навантажень, які мають істотній вплив на їх напружено-деформований стан. Взаємодія напружень від цих навантажень із залишковими технологічними напруженнями, призводить до виникнення втомних тріщин або крихкого зламу, що спостерігається при пошкодженні диска і обода колеса в процесі експлуатації (рис.1).

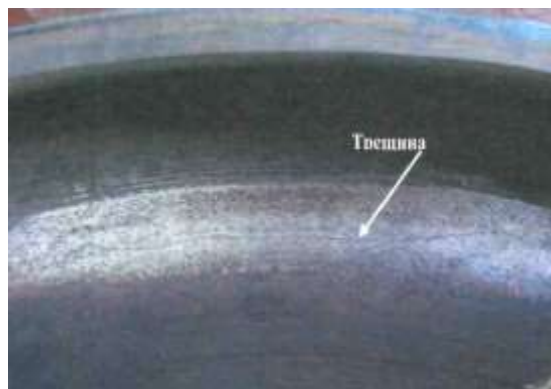


Рисунок 1 - Тріщини, що виникли в процесі експлуатації

Руйнування у вигляді втомних тріщин, як правило, починається з поверхні, тому існує необхідність в пошуку нових типів структур, здатних забезпечувати підвищення їх твердості і ударної в'язкості. Таким чином, існує необхідність в пошуку нових типів структур, здатних підвищити зносостійкість при заданій твердості. Таку структуру, можливо, отримати за допомогою багатошарового зносостійкого покриття, яке формується на поверхні колеса.

Як відомо суцільнокатані колеса на металургійних підприємствах виготовляють з використанням операцій штампування і прокатки. Потім після ізотермічної витримки, охолодження і механічної обробки здійснюється термообробка коліс, яка полягає в зміцненні обода колеса.

Таким чином, існуюча технологія виготовлення коліс після термообробки забезпечує отримання на ободі коліс структури перліту з твердістю на глибині 30 мм від поверхні катання менше 255 НВ. Однак дана технологія термічної обробки не забезпечує зносостійкості суцільнокатаних коліс.

Тому була розроблена комплексна технологія, яка включає технології термічної та хіміко-термічної обробок в одному технологічному циклі, що забезпечує формування на поверхні багатошарового покриття, яке забезпечує підвищення зносостійкості суцільнокатаних коліс в 1,5-2 рази (рис.2).



Рисунок 2 - Покриття на поверхні колеса

Особливістю даної технології є температурні режими і концентрація насичуючого середовища. Отримано взаємозв'язок між складом матеріалу покриття та його експлуатаційними властивостями, що дозволяє впливати на зносостійкість, працездатність і технологію виготовлення залізничних коліс рухомого складу.

*Додано в останню чергу*

**Секція**

**ІНТЕЛЕКТУАЛЬНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ТА СЕРВІС НА ТРАНСПОРТІ**

**УДК 656.212.5**

**ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ  
ПАРАМЕТРІВ ПРИСТРОЇВ РЕГУЛЮВАННЯ ШВИДКОСТІ ВІДЧЕПІВ**

**COMPARATIVE ANALYSIS OF CONSTRUCTIVE-  
TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF DEVICES OF CONTROL OF  
SPEED OF COUPLINGS**

*Канд. техн. наук М.Ю. Куценко, О.В. Ветошкіна,  
Г.С. Пащенко, Є.В. Халіна*

*Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*PhD (Tech.) M. Kutsenko, O. Vetoshkina,  
H. Pashchenko, Ye. Khalina*

*Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Багаторічна науково – дослідна робота, яка проводилась у СНД та за його межами, по створенню технічних засобів регулювання швидкості руху відчепів

на сортувальних пристроях, привела до створення багатьох конструкцій гальмових і прискорювально – гальмових засобів. Більшість з них використовуються або пропонуються до використання на вітчизняних та зарубіжних сортувальних гірках.

Слід відмітити те, що більшість вагонних уповільнювачів, які зараз експлуатуються на сортувальних гірках України були розроблені декілька десятиріч тому і до теперішнього часу фізично і морально застаріли. Їх відрізняє також підвищене енергоспоживання і трудомісткість в обслуговуванні.

З урахуванням цих обставин перед вченими галузі була поставлена задача розробити нове покоління уповільнювачів, що відповідали б сучасним експлуатаційно – технічним вимогам. У першу чергу це висока надійність і економічність у витратах енергоресурсів, невелика металоємність (не більше 25 т у розрахунку на одиницю гальмівної потужності), невелика глибина закладання від рівня головки рейок (не більше 1 м на спускній частині гірки і 0,6 м – на підгіркових коліях), низька трудомісткість обслуговування (не більше 120 чол./міс. для гіркових і 80 чол./міс. для паркових уповільнювачів у розрахунку на 1 м погашеної енергетичної висоти). Особливо високі вимоги пред'являються до швидкодії уповільнювачів при вигальмовуванні вагонних відчепів, а отже – швидкість їх зіткнення у підгірковому парку і збереженість вантажів. Для дотримання нормативних вимог ПТЕ цей час не повинен перевищувати 0,8 с для гіркових і 0,6 с для паркових гальмівних пристроїв.

В роботі розглянуто конструкції вагонних уповільнювачів, які на сьогодні є найбільш поширеними на сортувальних гірках України, а також тих, які мають у перспективі їх замінити. Крім того, були виявлені найбільш суттєві недоліки уповільнювачів старого зразку, та переваги уповільнювачів нового покоління.

# МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ



## УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

### Навчальні корпуси та гуртожитки



### Наші факультети

Будівельний

Механіко-енергетичний

Економічний

Інформаційно-керуючих систем та технологій

Навчально-науковий центр гуманітарної освіти

Управління процесами перевезень

### Ступені вищої освіти

Бакалаврат

Магістратура

Аспірантура та докторантура

### Наші студенти найкращі!



Щороку наші студенти стають переможцями конкурсів наукових робіт, фестивалів та інших інтелектуальних заходів.

Студентська рада Університету проводить багато щорічних позанавчальних заходів.

У нас навчаються видатні спортсмени, чемпіони, призери та рекордсмени світу, чемпіони України та Європи.

Функціонує студентська газета, КВН, клуб УкрДУЗТ, радіостанція VTSU, клуб інтелектуальних ігор.



### Наша місія - синтез науки та виробництва

За останні п'ять років:

- 278 студентів-учасників і переможців Всеукраїнських і міжнародних конкурсів студентських науково-дослідних робіт;
- 355 науково-технічних робіт;
- 3250 студентів, які брали участь у науковій діяльності вишу;
- 109 отриманих патентів на винаходи.

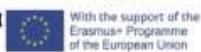


Можливість отримання двох дипломів одночасно: українського та французького або українського та польського університета - партнера.

Міжнародна співпраця з розвитку високошвидкісного руху.



Можливість участі у програмах міжнародної мобільності.



17 міжнародних університетів-партнерів, функціонує українсько-польський центр.



Адреса: 61050, м. Харків, майдан Фейєрбаха, 7.  
e-mail: pk@kart.edu.ua, сайт: www.kart.edu.ua.  
Телефон приймальної комісії: (057) 732-28-25  
(приймальна комісія: корпус 1, ауд. 121).

