

Міністерство освіти і науки України  
Український державний університет залізничного транспорту

**ІТТ** | ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ  
ТРАНСПОРТНІ  
ТЕХНОЛОГІЇ



# ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

III МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

**Тези доповідей**



22-23 листопада 2022 р., Харків, Україна

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО  
ТРАНСПОРТУ

**Тези доповідей 3-ої міжнародної  
науково-технічної конференції**

**«ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ»**

Харків 2022

3-я міжнародна науково-технічна конференція «Інтелектуальні транспортні технології», Харків, 22-23 листопада 2022 р.: Тези доповідей. – Харків: УкрДУЗТ, 2022. – 225 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

ОРГАНІЗАЦІЯ ПОДОРОЖЕЙ ПА САЖИРІВ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЙ РИЗИК-МЕНЕДЖМЕНТУ З ВИКОРИСТАННЯМ КРАУДСОРСИНГОВИХ ДАНИХ ПРО ТРАФІК <b>Т.В. Бутько, Т. Horsin, Ю.І. Ящук .....</b>	14
ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОПУСКУ ШВИДКІСНИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПОЇЗДІВ НА ОСНОВІ РИЗИК-МЕНЕДЖМЕНТУ <b>Т.В. Бутько, Д.А. Гайдук, В.С. Гарвона.....</b>	16
ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ НА ОСНОВІ РИЗИК-МЕНЕДЖМЕНТУ <b>Т. В. Бутько, А. В. Топчій, К. А. Ступницька.....</b>	18
ПІДХОДИ ДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ ВАГОНОПОТОКАМИ ПРИ ЗДІЙСНЕННІ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ <b>Г.С. Бауліна, Г.Ю. Прокопенко, О.В. Антонова.....</b>	20
ІНОЗЕМНИЙ ДОСВІД ОРГАНІЗАЦІЇ ІНТЕРМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ <b>Т.В. Головка, І.С. Демченко.....</b>	21
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СВІТОГО ДОСВІДУ МІСЬКОЇ ЛОГІСТИКИ ДЛЯ ДОСТАВКИ ОСТАННЬОЇ МИЛІ В УКРАЇНІ <b>О.О. Грєкова, А.С. Галкін.....</b>	23
ОПТИМІЗАЦІЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ ВАГОНОПОТОКІВ НА ЗАЛІЗНИЧНІЙ МЕРЕЖІ В УМОВАХ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ <b>П.В. Долгополов, О.Є. Думбасар, М.І. Назаренко.....</b>	26
УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ ТРАНСПОРТНОГО ВУЗЛА В УМОВАХ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ <b>П.В. Долгополов, Ю.М. Бондар, Д.С. Гордієнко.....</b>	27
УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ СКЛАДАННЯ ГРАФІКА РУХУ ПОЇЗДІВ НА ОСНОВІ АВТОМАТИЗАЦІЇ <b>А.М. Кисельова, Ю.С. Мінейкіс, Т.І. Руденко.....</b>	29
АДАПТИВНІ ШЛЯХИ РОЗВИТКУ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УКРАЇНІ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ <b>Д.В. Константинов, Д.А. Бєліков, А.А. Кубінський, О.П. Опанасюк.....</b>	30

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЄВРОПЕЙСЬКИХ ЗАЛІЗНИЦЬ ЯК ІНСТРУМЕНТУ БОРОТЬБИ З ЕКОЛОГІЧНОЮ КРИЗОЮ 21-ГО СТОЛІТТЯ	
<b>Д.В. Константинов, В.М. Урда</b> .....	32
АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ В УКРАЇНІ	
<b>А. І. Кузьменко</b> .....	33
УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕДУРИ УПРАВЛІННЯ ПОЇЗДОПОТОКАМИ НА ОСНОВІ АБСТРАКТНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ОПЕРАТИВНИХ ПРОЦЕСІВ	
<b>Д.М. Баша, С.Р. Миронець, О.В. Лаврухін</b> .....	36
НЕЧІТКА МОДЕЛЬ КЕРУВАННЯ ФАКТИЧНИМ СТАНОМ НА ОСНОВІ ЛОГІСТИЧНОЇ РЕГРЕСІЇ	
<b>Н.М. Лазарєва, О.В. Лазарєв</b> .....	37
МЕТОДИКА МОДЕЛЮВАННЯ МІСТКОСТЕЙ ЗУПИНОЧНИХ ПУНКТІВ З ВІДПРАВЛЕННЯ ТА ПРИБУТТЯ ПАСАЖИРІВ	
<b>Є.В. Любий, К.А. Литвиненко</b> .....	39
ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ КЛЮЧОВИХ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ НА ЗАЛІЗНИЦІ	
<b>О.А. Малахова, М.Д. Попов</b> .....	41
ВПЛИВ ЗАТРИМОК НА ГРАФІК РУХУ ПАСАЖИРСЬКИХ ПОЇЗДІВ	
<b>О.А. Малахова, Х.О. Жиленко</b> .....	43
ФОРМАЛІЗАЦІЯ ПЕРЕВІЗНОГО ПРОЦЕСУ В УМОВАХ НЕДИСКРИМІНАЦІЙНОГО ДОСТУПУ ДО ІНФРАСТРУКТУРИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ	
<b>В.І. Мацюк</b> .....	45
ІНТЕГРОВАНІ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ РУХОМ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ	
<b>Г.І. Нестеренко, М.І. Музикін, К.А. Герасюга</b> .....	47
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА	
<b>Г.І. Нестеренко, М.І. Музикін, О.Г. Стрелко, І. Оксенюк</b> .....	49
DYNRAIL ТА DYNRAIL-PRO ЯК АЛЬТЕРНАТИВНИЙ ІНСТРУМЕНТ У МОДЕЛЮВАННІ ДИНАМІКИ РЕЙКОВИХ ЕКІПАЖІВ	
<b>С.С. Мямлін</b> .....	51
УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПАРКОМ ЛОКОМОТИВІВ ЗА РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	
<b>О.Б. Очкасов, М.В. Очеретнюк</b> .....	53

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МІЖНАРОДНИХ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ОСНОВІ СУЧАСНИХ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ <b>Л.О. Пархоменко, Д.В. Збукарь, К.Ю. Головка, Б.Д. Рябков.....</b>	54
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ РОБОТИ ПРИМІСЬКОГО ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ НА ОСНОВІ ВЗАЄМОДІЇ С МІСЬКИМ ТРАНСПОРТОМ <b>Л.О. Пархоменко, В.В. Коваль.....</b>	56
УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ ПРИКОРДОННОЇ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ <b>Л.О. Пархоменко, М.К. Маслов.....</b>	57
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНОГО І МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ НА ЗАСАДАХ ЛОГІСТИКИ <b>Л.О. Пархоменко, З. Мансурова.....</b>	58
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ТЕХНІЧНИМИ СТАНЦІЯМИ НА ОСНОВІ ОПТИМІЗАЦІЇ <b>А.О. Прокопов, В.М. Прохоров, О.В. Ковальова, В.В. Булавинець, М.С. Глушко.....</b>	60
УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ВАГОНОПОТОКІВ У ПОЇЗДИ НА ОСНОВІ МОДЕЛЕЙ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗА ПРИНЦИПАМИ СПІЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ <b>А.В. Прохорченко, М.А. Кравченко.....</b>	61
RESEARCH OF CROSS-BORDER TRANSPORTATION PATTERNS IN THE EAST ASIA AND PACIFIC REGION <b>Н. Prokhorchenko, I. Kolesnyk.....</b>	63
ОСНОВНІ ПИТАННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ ВИРІШЕННЯ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ ВАГОНОПОТОКІВ У НАПРЯМКУ МІЖНАРОДНОГО СПОЛУЧЕННЯ <b>Л.І. Рибальченко, Н.В. Яровенко.....</b>	64
УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОПУСКУ ПОЇЗДІВ ПО ДІЛЬНИЦЯХ ЗА РАХУНОК АДАПТИВНОГО УПРАВЛІННЯ <b>Г.М. Сіконенко, С.С. Железняк.....</b>	65
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ПІДРОЗДІЛУ ШЛЯХОМ ОПТИМІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ ВАГОНОПОТОКІВ <b>С.О. Сіренко, С.О. Дворник.....</b>	67
МОДЕЛІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ РУХОМОГО СКЛАДУ <b>О.І. Харченко, О.М. Сакаль.....</b>	68

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УМОВАХ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ <b>Є.В. Ходаківська, В.Ф. Чеклов, Є.О. Новіков.....</b>	70
УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ НА ОСНОВІ ТИПІЗАЦІЇ ПОВЕДІНКИ СИСТЕМИ <b>О.М. Ходаківський, А.О. Тітова, О.В. Гвай, О.А. Громов.....</b>	72
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОСУВАННЯ ВАГОНОПОТОКІВ НА ЗАЛІЗНИЧНІЙ МЕРЕЖІ В МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ <b>Т.М. Чистякова, А.Р. Біловодська.....</b>	73
ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ ТРАНСПОРТНОГО ПЛАНУВАННЯ ТА ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ МІСЬКОЇ ДОРОЖНЬОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ <b>О.М. Харламова.....</b>	75
ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛІ «МОБІЛЬНІСТЬ ЯК ПОСЛУГА» ДЛЯ МІСЬКОЇ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ <b>П.О. Харламов, А.С. Кузьменко.....</b>	77
ЗАСТОСУВАННЯ РИЗИК-ОРІЄНТОВАНИХ ПІДХОДІВ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА РЕАЛІЗАЦІЇ ПЕРЕВІЗНОГО ПРОЦЕСУ <b>Д.О. Кульова, О.М. Молотова.....</b>	79
АНАЛІЗ СТАНУ ТА РОЗВИТКУ ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПАСАЖИРІВ МІСЬКИМ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТОМ <b>Є.В. Нагорний, О.О. Орда, О.М. Орда.....</b>	81
ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ПОБУДОВІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ РУХУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ <b>О.В. Погорілий.....</b>	83
ОКРЕМІ ПИТАННЯ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ <b>В.М. Самсонкін, В.К. Мироненко, О.В. Роговий.....</b>	85

**Секція  
ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ ТА ЛОГІСТИКА**

УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ КОНТЕЙНЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ <b>Д.В. Ломотько, М. Mezitis, С.С. Кубинська, В.О. Хламов.....</b>	88
--	----

НЕОБХІДНІСТЬ ФОРМУВАННЯ ЄДИНОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО МИТНОГО ХАБУ ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ЗЕРНОВИХ І МАСЛЯНИЧНИХ КУЛЬТУР	
<b>Д.В. Ломотько, Д.В. Арсененко, О.В. Олійник.....</b>	<b>89</b>
УПРАВЛІННЯ І ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВІЗНОГО ПРОЦЕСУ ХАРЧОВИХ НАЛИВНИХ ВАНТАЖІВ У КОНТЕЙНЕРАХ НА БАЗІ ЛОГІСТИЧНИХ ПРИНЦИПІВ	
<b>Д.В. Ломотько, Г.М. Афанасов, J. Wojciechowski, О.Ф. Афанасова.....</b>	<b>92</b>
АНАЛІЗ АКТУАЛЬНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗА УЧАСТЮ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ У СУЧАСНИХ УМОВАХ	
<b>Д.В. Ломотько, Г.О. Примаченко.....</b>	<b>94</b>
РАЗВИТИЕ КОНСТРУКЦИЙ АВТОНОМНЫХ ТЯГОВЫХ МОДУЛЕЙ ДЛЯ ИНТЕРКОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВЫХ И ПАССАЖИРСКИХ ПОЕЗДОВ	
<b>Frantisek Bures.....</b>	<b>96</b>
УДОСКОНАЛЕННЯ ВАНТАЖНОЇ ТА КОМЕРЦІЙНОЇ РОБОТИ СТАНЦІЙ ВІДПРАВЛЕННЯ ТА ПРИЗНАЧЕННЯ ВАНТАЖУ	
<b>Г.Є. Богомазова, С.М. Продащук, Т.В. Сіверська, Т.К. Жукова.....</b>	<b>97</b>
ПРИЧИНИ ЗМІНИ ШВИДКОСТІ РУХУ АВТОМОБІЛІВ У ПЛАНІ КООРДИНАЦІЇ НА ПР.НАУКИ В М.ХАРКОВІ	
<b>П.Ф. Горбачов, С.В.Свічинський, І.В. Литвиненко .....</b>	<b>99</b>
ЩОДО ПИТАННЯ ВИБОРУ АВТОМОБІЛЬНИХ МАРШРУТІВ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ В РАМКАХ МІЖНАРОДНИХ ТРАНСПОРТНИХ КОРИДОРІВ	
<b>А.А. Горєлова.....</b>	<b>101</b>
СУЧАСНІ ПРИНЦИПИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНО- ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ	
<b>Н.В. Гриценко.....</b>	<b>103</b>
ПРОБЛЕМНІ АСПЕКТИ УДОСКОНАЛЕННЯ ЕКСПОРТУ ЗЕРНОВИХ ЗАЛІЗНИЦЕЮ	
<b>В.М. Запара, Я.В. Запара, А.С. Іванова, Н.Г. Капустянська.....</b>	<b>105</b>
ЕКСПЕДИРУВАННЯ В УМОВАХ ВІЙНИ: МОЖЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ	
<b>В.М. Запара, Я.В. Запара, В.А. Малишко, М.С. Редін .....</b>	<b>107</b>
НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ОБСЯГІВ ВАНТАЖООБІГУ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ МІЖ ЄВРОПОЮ ТА АЗІЄЮ	
<b>Т.Ю Калашнікова., Д.П.Сидорець .....</b>	<b>109</b>



НАПРЯМКИ ОПТИМІЗАЦІЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ЕКСПОРТУ ЗЕРНОВИХ ВАНТАЖІВ В УМОВАХ ЗРОСТАЮЧИХ РИЗИКІВ <b>Т.Ю. Калашнікова, А.О. Черниш</b> .....	111
ПИТАННЯ ВЗАЄМОДІЇ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТА МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ НА ОСНОВІ ЛОГІСТИЧНИХ ПІДХОДІВ <b>С. Коваль, О. Ігнатська, Р. Олійник, В. Старіченко</b> .....	113
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ <b>А.О. Ковальов, Д.В. Голубков, С.М. Войт</b> .....	114
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ КОНТЕЙНЕРІВ <b>А.О. Ковальов, М.М. Добренюк, О.Ю. Григоренко</b> .....	115
ПОКРАЩЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ВЗАЄМОДІЇ СТАНЦІЙ І ПІД'ЇЗНИХ КОЛІЙ <b>А.О. Ковальов, Д.В. Олефір, С.М. Бурбала</b> .....	117
УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВАНТАЖОВЛАСНИКІВ ТРАНСПОРТНИМИ РЕСУРСАМИ <b>О.В. Ковальова, Ю.І. Приходько, П.А. Павлюк</b> .....	118
УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ НОРМУВАННЯ ТРИВАЛОСТІ ОПЕРАЦІЇ ЗБИРАННЯ ВАГОНІВ НА ОДНУ КОЛІЮ <b>Д.М. Козаченко, Б.В. Гера, Р.М. Компанієць</b> .....	119
ЛОГІСТИЧНІ ПІДХОДИ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ РУХУ ЕВАКУАЦІЙНИХ ПОЇЗДІВ <b>Р.Г. Коробйова, Р.О. Маляренко</b> .....	121
СТРУКТУРА СТОЯНОЧНОГО ЧАСУ РЕЙСУ СУДНА ВІДПОВІДНО ДО УМОВ ДОГОВОРУ РЕЙСОВОГО ФРАХТУВАННЯ <b>С.П. Онищенко, Ю.О. Коскіна</b> .....	124
КОМПАРАТИВНИЙ АНАЛІЗ ТЕРМІНУ «ДЕМЕРЕДЖ» У ЛІНІЙНОМУ СУДНОПЛАВСТІ ТА У ДОГОВОРАХ РЕЙСОВОГО ФРАХТУВАННЯ <b>Ю.О. Коскіна, О.Л. Дрожжин</b> .....	126
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ПОЛІГОНУ В СУЧАСНИХ УМОВАХ <b>О.М. Костенніков, В. Придатченко</b> .....	128
ДОСЛІДЖЕННЯ ПОПИТУ НА АВТОМОБІЛЬНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ГРОМАДСЬКИМ ТРАНСПОРТОМ У ПРИМІСЬКОМУ СПОЛУЧЕННІ <b>А.А. Кочина</b> .....	129

АНАЛІЗ ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОРГАНІЗАЦІЇ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ <b>А.Л. Кравець, М.В. Ветренко.....</b>	131
РАЦІОНАЛЬНА ВЗАЄМОДІЯ ВИДІВ ТРАНСПОРТУ – ШЛЯХ ДО ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ВИКОНАННЯ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ <b>А.Л. Кравець, С.Я. Тимків.....</b>	133
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ПРИ ВЗАЄМОДІЇ ВАНТАЖНОЇ СТАНЦІЇ ТА МИТНИХ ОРГАНІВ <b>А.Л. Кравець, Ю.І. Андрейко.....</b>	134
ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ ЯК БЕЗАЛЬТЕРНАТИВНИЙ ШЛЯХ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ <b>О.М. Красноштан.....</b>	135
ТЕХНОЛОГІЯ РОБОТИ СТАНЦІЇ В УМОВАХ АВТОМАТИЗАЦІЇ <b>О.В. Лаврухін, В.С. Михайлова.....</b>	137
УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПІД'ЇЗНИХ КОЛІЇ НА БАЗІ ЛОГІСТИЧНИХ ПІДХОДІВ <b>Д.В. Ломотько, І.І. Самойлов, М.В. Андрейчук, М.Т. Гусейнова.....</b>	138
ТЕХНОЛОГІЯ РОБОТИ СТАНЦІЇ В УМОВАХ АВТОМАТИЗАЦІЇ <b>В.С. Михайлова.....</b>	140
CONCEPTS FOR ORGANIZING VIDEO SURVEILLANCE SYSTEMS TO INCREASE THE SAFETY OF TRAIN TRAFFIC <b>V.P. Nerubatskyi, D.A. Hordiienko, V.R. Tsybulnyk.....</b>	141
ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ КАНАЛІВ ДОСТАВКИ ДРІБНОПАРТІОННИХ ВАНТАЖІВ У МІЖМІСЬКОМУ СПОЛУЧЕННІ <b>Н.В. Потаман.....</b>	143
СУЧАСНИЙ СТАН ЛОГІСТИКИ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УКРАЇНІ <b>Г.О. Примаченко, Є.І. Григорова, К.О. Тарасов, Н.А. Карпенко.....</b>	145
ОСОБЛИВОСТІ ВИБІРКОВИХ ОБСТЕЖЕНЬ МІСЬКИХ ТРАНСПОРТНИХ ПЕРЕСУВАНЬ НАСЕЛЕННЯ <b>С.В. Свічинський.....</b>	147
ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ КОНТЕЙНЕРІВ В УМОВАХ ВПРОВАДЖЕННЯ КОНТЕЙНЕРНИХ ПОЇЗДІВ <b>Н.М. Сосулева, Г.І. Михайлюк, А.Ю. Добровольська.....</b>	149

КОНЦЕПЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ В ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧИХ СТРУКТУРАХ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ <b>К.А. Трубчанінова</b> .....	150
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕВЕЗЕННЯ НАЛИВНИХ ВАНТАЖІВ ЗАЛІЗНИЦЯМИ УКРАЇНИ <b>В.В. Фасвська, І.В. Шевчик, О.В. Цуркан</b> .....	152
ОЦІНКА ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ СМУГИ РУХУ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ ПРИ РУСІ БЕЗ ОБГОНІВ <b>В.Д. Федоров</b> .....	153
ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ В УМОВАХ ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТІ <b>Є.В. Ходаківська, Т.К. Якушева, К.Ю. Логінов</b> .....	156
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВАГОНІВ ВЛАСНОСТІ АТ "УКРЗАЛІЗНИЦЯ" ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ЕЛЕКТРОННОЇ СИСТЕМИ PROZORRO.ПРОДАЖІ <b>В.І. Шевченко, Б.В. Мацієвський, А.В. Шевченко</b> .....	158
АНАЛІЗ ПРОСТОЮ ВАГОНІВ З МІЖНАРОДНИМИ ВАНТАЖАМИ У ПРИПОРТОВИХ ЗАЛІЗНИЧНИХ ВУЗЛАХ <b>Г.І. Шелехань, Д.В. Моргун</b> .....	160
ПЕРСПЕКТИВИ ОРГАНІЗАЦІЇ КОНТЕЙНЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЧЕРЕЗ ЗАХІДНИЙ КОРДОН УКРАЇНИ <b>Ю.В. Шульдінер, Г.С. Пашенко, А.В. Жданова, Р.С. Яремчук</b> .....	162
ІНТЕГРАЦІЯ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗАЛІЗНИЦЬ УКРАЇНИ ДО ЄВРОПЕЙСЬКОЇ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ <b>С.В. Мямлін</b> .....	164

**Секція  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНЕ ПРОЕКТУВАННЯ  
ТА СЕРВІС НА ТРАНСПОРТІ**

АНАЛІЗ СИСТЕМ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ КОМПАНІЯМИ-ПЕРЕВІЗНИКАМИ ПОЛЬСЬКОЇ ЗАЛІЗНИЦІ <b>О.М. Огар, F. Tomaszewski, М.Д. Ломотько</b> .....	167
---	-----

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ ТА ВУЗЛІВ <b>О.М. Огар, М.М. Мороз, Н.С. Круглова, О.С. Чорний.....</b>	169
АНАЛІЗ ВТРАТ ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА, ЩО ПОСТАЧАЄТЬСЯ ДЛЯ ЕКІПРУВАННЯ ТЕПЛОВОЗІВ <b>В.Г. Пузир, Ю.М. Дацун, G. Vureika, В.І. Задесенець, В.В. Медвідь....</b>	170
ЦИФРОВІЗАЦІЯ МИТНОГО КОНТРОЛЮ ЗОВНІШНЬОТОРГОВЕЛЬНИХ ОПЕРАЦІЙ У ЗАЛІЗНИЧНОМУ СПОЛУЧЕННІ <b>М.М. Бабаєв, О.С. Пестременко-Скрипка.....</b>	173
МОНІТОРИНГ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ВУЗЛІВ ЛОКОМОТИВА З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ ПОШУКУ АНОМАЛІЙ <b>Б.Є. Боднар, О.Б. Очкасов.....</b>	174
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ НАДХОДЖЕННЯ КОНТЕЙНЕРОПОТОКІВ НА ПРИКОРДОННУ СТАНЦІЮ <b>А.В. Колісник, І.Д. Юрасов.....</b>	176
ЗАХОДИ З УТРИМАННЯ ЛОКОМОТИВНОГО ПАРКУ ДЕПО ПІД ЧАС ВОЄННОГО СТАНУ <b>О.С. Крашенінін, О.О. Шапатіна, М.В. Васильєв .....</b>	177
ВИЗНАЧЕННЯ УМОВИ ДОЦІЛЬНОСТІ ВВЕДЕННЯ ЧЕРГОВОГО ЕТАПУ РОЗВИТКУ ПАСАЖИРСЬКОЇ ТЕХНІЧНОЇ СТАНЦІЇ <b>М.Ю. Куценко, Є.Д.Бабак, В.В. Рибак.....</b>	178
ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ <b>М.Ю. Куценко, П.М.Марчишин.....</b>	180
ТЕХНОЛОГІЯ МАШИННОГО ЗОРУ ТА ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ НА ЗАЛІЗНИЦІ <b>М.Ю. Куценко, А.А. Токаренко.....</b>	182
ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЕЛЕМЕНТІВ ГАЛЬМОВИХ ВАЖІЛЬНИХ ПЕРЕДАЧ ВІЗКІВ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ <b>А.О. Ловська, В.Г. Равлюк.....</b>	185
ЗАСТОСУВАННЯ ХРОМАТИЧНИХ КАРТ ДЛЯ АНАЛІЗУ НЕРІВНОМІРНОСТІ ОБРОБКИ ВАНТАЖІВ ПРИ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ <b>В.К. Мироненко, І.О. Усов.....</b>	188

IMPROVING THE TRACTION PROPERTIES OF ELECTRIC LOCOMOTIVES THROUGH THE APPLICATION OF CAPACITIVE ENERGY STORES <b>V.P. Nerubatskyi, D.A. Hordiienko, H.A. Khoruzhevskyi.....</b>	190
РОЗРОБЛЕННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ СЕРВІСУ ЛОКОМОТИВІВ НА ПОЛІГОНІ ОДЕСЬКОЇ ЗАЛІЗНИЦІ <b>О.М. Обозний, А.Г. Бронський.....</b>	192
РОЗРОБЛЕННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ З УДОСКОНАЛЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА РЕМОНТУ ЛОКОМОТИВІВ <b>О.М. Обозний, О.М. Феденко, В.В. Левицький, О.В. Лінчевський.....</b>	193
УДОСКОНАЛЕННЯ ДІАГНОСТИКИ КОНТАКТНОЇ МЕРЕЖІ ЕЛЕКТРИФІКОВАНИХ ЗАЛІЗНИЦЬ <b>В.Г. Сиченко, О.В. Крихта.....</b>	195
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТИКИ ЕЛЕКТРОСИЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ ТЯГОВИХ ПІДСТАНЦІЙ ЕЛЕКТРИФІКОВАНИХ ЗАЛІЗНИЦЬ <b>В.Г. Сиченко, О.В. Москаленко.....</b>	197

**Секція  
ФУНКЦІОНАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ  
ВИГОТОВЛЕННІ ТА ВІДНОВЛЕННІ ДЕТАЛЕЙ  
ТРАНСПОРТНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

PECULARITY RECEIVING OF INSTRUMENTAL MATERIALS ULTRADISPERSED MIXES $Al_2O_3$ WITH ADDED NANOPOWDER SiC <b>M. Rucki, A. Kagramanian, Zbigniew Krzysiak, V. Nerubatskyi, L. Voloshyna, D. Hordiienko.....</b>	200
ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМУВАННЯ І СПІКАННЯ СИНТЕЗОВАНИХ ПОРОШКІВ $ZrO_2$ З ФТОРИДНИХ РОЗЧИНІВ <b>Е.С. Геворкян, О.М. Морозова, Д.С. Софронов, В.П. Нерубацький, В.О. Чишкала, О.М. Лебединський, М. Рucki, П.В. Матейченко.....</b>	201
ВПЛИВ СКЛАДУ ПОРОУТВОРЮВАЧА НА МОРФОЛОГІЮ І ВЛАСТИВОСТІ ПОРИСТОГО ПОЛІТЕТРАФТОРЕТИЛЕНУ <b>О.Б. Калюжний, В.Я. Платков.....</b>	204
МЕХАНІЗМ ФОРМУВАННЯ ПОКРИТТІВ НА ЗАЛІЗОВУГЛЕЦЕВИХ СПЛАВАХ ПІД ВПЛИВОМ ПЕРЕГРІТОЇ ПАРИ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ СОЛЕЙ $NaCl$ ТА ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ <b>Г.Л. Комарова, Є.С. Булах.....</b>	206

ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ ВЛАСТИВОСТЕЙ МЕТАЛУ РЕЙОК, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ ЇХ КОНСТРУКЦІЙНУ МІЦНІСТЬ <b>І.М. Рибалко, О.В. Тіхонов, А.В. Захаров.....</b>	208
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВИСОКОМІЦНИХ РАДІОПРОЗОРИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ БРОНЕЗАХИСТУ <b>С.О. Рябінін, Л.В. Волошина.....</b>	209
ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКРИТТІВ, ОТРИМАНИХ ЕЛЕКТРОШЛАКОВОЮ НАПЛАВКОЮ СПЛАВУ $Si_3N_4+FeSi_2+Si$ , МОДИФІКУЮЧОГО МАЛОВУГЛЕЦЕВУ НИЗЬКОЛЕГОВАНУ СТАЛЬ <b>О.В. Сайчук, І.М. Рибалко, А.В. Захаров.....</b>	211
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ФОРМУВАННЯ БАГАТОШАРОВИХ ПОКРИТТІВ ПАРООКСИДУВАННЯМ ІЗ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ СОЛЕЙ <b>Л.А. Тимофєєва, І.П. Козловська, О.С. Гарбуз.....</b>	213
ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКРИТТІВ МУЛЬТИФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ <b>С.С. Тимофєєва, М.А. Колесник.....</b>	215
СТРУКТУРА ШТАМПОВОЇ СТАЛІ К390 ПІСЛЯ ОБРОБКИ ЛАЗЕРНИМ ПРОМЕНЕМ <b>В.Г. Єфременко, І. Петришинець, В.І. Зурнаджи, В. Пухи, Ю.Г. Чабак, Б.В. Єфременко.....</b>	217
НАУКОВІ ОСНОВИ ЛЕЗОВОЇ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ, ВІДНОВЛЕНИХ І ЗМІЦНЕНИХ НАПИЛЕННЯМ ТА НАПЛАВЛЕННЯМ <b>С.А. Клименко, М.Ю. Копєйкіна.....</b>	219

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

**УДК 656.22**

**ОРГАНІЗАЦІЯ ПОДОРОЖЕЙ ПАСАЖИРІВ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЙ**  
**РИЗИК-МЕНЕДЖМЕНТУ З ВИКОРИСТАННЯМ**  
**КРАУДСОРСИНГОВИХ ДАНИХ ПРО ТРАФІК**

**ORGANIZATION OF PASSENGER TRAVEL BASED ON RISK**  
**MANAGEMENT TECHNOLOGIES USING CROWD-SOURCED TRAFFIC**  
**DATA**

*докт. техн. наук Т.В. Бутько<sup>1</sup>, Prof. (Math.) Thierry Horsin<sup>2</sup>,  
аспірант Ю.І. Яшук<sup>1</sup>*

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

<sup>2</sup>*Conservatoire national des arts et métiers (France)*

*Dr. Sc. (Tech.) T.V. Butko<sup>1</sup>, Prof. (Math.) Thierry Horsin<sup>2</sup>,  
post graduate Yu.I. Yashchuk<sup>1</sup>*

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

<sup>2</sup>*Conservatoire national des arts et métiers (France)*

Функціонування транспортних систем відображає умови життя суспільства, при цьому транспортні системи були і залишаються дуже чутливими до зовнішніх збоїв. За останні роки транспортна система залізниць України зазнала низку тривалих кризових періодів, таких як період пандемії COVID-19, що призвів до перебоїв насамперед у роботі пасажирського транспорту [1, 2], та збройне вторгнення Росії на територію незалежної України 24 лютого 2022 р. [3]. Події тривалого збройного вторгнення призвели до масових збоїв у русі автомобільного та залізничного транспорту. Надзвичайні порушення спостерігалися як на дорогах східного кордону країни, велика частина яких була зруйнована або потрапила під окупацію, так і на дорогах західного кордону, якими біженці виїжджали до сусідніх країн, таких як Румунія, Польща та Угорщина [4]. Таким чином, з огляду на поточний стан залізничних пасажирських перевезень в Україні гостро постає питання щодо необхідності комплексного вирішення проблем функціонування пасажирського залізничного транспорту в умовах руйнівних подій та забезпечення належного рівня якості транспортного обслуговування населення.

Проведення оцінок роботи транспортної системи та розробка інструментів моделювання подорожей пасажирів на державному рівні в переважній більшості передбачає дослідження роботи існуючої транспортної системи. Це

тривалий і дорогий процес з використанням фізичної апаратури, людських ресурсів для вимірювання показників роботи транспортних засобів, землекористування та фіксації демографічних характеристик досліджуваного регіону [5]. Під час масштабних конфліктних ситуацій пошкодження існуючої фізичної інфраструктури і недоступність людських ресурсів для обробки даних з місця унеможливають застосування класичних методів дослідження існуючої транспортної системи. Існуючих досліджень моделей подорожей під час таких масштабних і тривалих руйнівних подій, керованих людьми, недостатньо, так як такі події відбуваються не часто і зазвичай не аналізуються. А необхідність доступу до якісних даних існуючої транспортної системи є надзвичайно нагальною для планування майбутніх заходів, розробки кращої інфраструктури для пришвидшення евакуації, зменшення невизначеності під час подорожі та кількісної оцінки рівня конфлікту. Для подолання нагальних викликів необхідно використовувати прості та доступні методи збору даних роботи транспортної системи з низьким ресурсом.

Технологічний розвиток призвів до можливості збору даних про дорожній рух, отриманих з краудсорсингу [6]. Технологія смартфонів дала можливість відстежувати моделі мобільності та використання транспортної інфраструктури. Місцезнаходження користувачів, моделі подорожей, вибір маршрутів, час у дорозі та швидкість – усе це можна зібрати за допомогою краудсорсингових даних смартфона через різні джерела даних, включаючи комерційних постачальників даних про трафік (Google, Bing тощо), платформи соціальних мереж (Facebook, Twitter тощо) і навігаційні програми для смартфонів.

Тож вирішення низки проблем організації перевезень пасажирів залізницею, спричинених тривалими порушеннями, полягає у впровадженні автоматизованих систем організації подорожей пасажирів, заснованих на технологіях ризик-менеджменту, які дадуть змогу швидко аналізувати сукупні зміни попиту та аналізувати вплив змін показників мережі подорожей та попиту на критичні показники ефективності системи транспортного обслуговування пасажирів залізницею. Підхід використання краудсорсингових даних про трафік дозволить використовувати отримані умови часу в дорозі в рамках еволюційного алгоритму та визначати значення попиту в пункті відправлення та призначення в автоматизованому процесі на основі призначення трафіку.

Таким чином, використання запропонованого підходу організації подорожей пасажирів на основі технологій ризик-менеджменту з використанням краудсорсингових даних про трафік дозволить підвищити ефективність функціонування транспортної системи перевезення пасажирів залізницею під час тривалих збоїв.

[1] Borkowski, P., Jazdzewska-Gutta, M., & Szmelter-Jarosz, A. (2021). Lockdowned: Everyday mobility changes in response to COVID-19. *Journal of Transport Geography*, 90, Article 102906. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102906>



- [2] Heisler, S. (2020, March 24) Where and When Local Travel Decreased from COVID-19 around the World. MapBox. <https://blog.mapbox.com/movement-changes-around-the-world-from-covid-19-cc79db7e04c7?gi=c2399c995c69>
- [3] Wallace, T. (2022, June 11). Ukraine Conflict Prompting Major Travel Disruptions. Crisis24. <https://crisis24.garda.com/insights-intelligence/insights/articles/ukraine-conflict-prompting-major-travel-disruptions>
- [4] UNHCR. (2022, June 02). Ukraine Refugee Situation. <https://data.unhcr.org/en/situations/ukraine>.
- [5] Tolouei, R., Psarras, S., & Prince R. (2017). Origin-Destination Trip Matrix Development: Conventional Methods versus Mobile Phone Data. Transportation Research Procedia, 26, pp. 39–52. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.07.007>
- [6] Kanhere, S. S. (2011). Participatory sensing: Crowdsourcing data from mobile smartphones in urban spaces. 2011 IEEE 12th International Conference on Mobile Data Management. Lulea, Sweden, pp. 3–6. <https://doi.org/10.1109/MDM.2011.16>

**УДК 656.2**

## **ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОПУСКУ ШВИДКІСНИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПОЇЗДІВ НА ОСНОВІ РИЗИК-МЕНЕДЖМЕНТУ**

### **ORGANIZATION OF HIGH-SPEED PASSENGER TRAINS ON THE BASIS OF RISK MANAGEMENT**

*Док. техн. наук, професор Т.В. Бутько, магістрант Д.А. Гайдук,  
магістрант В.С. Гарвона*

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

*Dr.Sc.(Tech.), professor T.V. Butko, master's student D.A. Haiduk,  
master's student V.S. Garvona  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Темі швидкісного залізничного сполучення в Україні присвячено багато досліджень, зокрема, з останніх [1, 2], які розглядають питання пошуку оптимальних маршрутів. Проте в них не розглядаються питання організації руху поїздів в умовах невизначеності та постійних ризиків.

За останні роки залізничний транспорт зіштовхнувся з декількома надзвичайними ситуаціями державного рівня, які вимагали оперативного та гнучкого реагування в організації перевізного процесу на події: антитерористична операція на Сході України з 2014 року, що призвела до блокування руху поїздів у Східному напрямку та до АР Крим, а також втрати значної кількості тягового рухомого складу та вагонів; пандемія «COVID-2019», яка спочатку призвела до скасування пасажирського руху, а після відновлення, відбувалася організація маршрутів в обхід «червоних зон»; повномасштабне вторгнення у лютому 2022 року та активні бойові дії на Сході та Півдні країни.

Незважаючи на всі події, залізничний транспорт продовжує функціонування, а пасажирські перевезення продовжують задовольняти потреби населення в перевезеннях із підвищеними вимогами до організації роботи та безпеки руху. Окрему увагу слід приділити швидкісному

пасажирському сполученню, що має значно більші швидкості та вимоги до технології організації руху.

Тож, у зв'язку із діяльністю залізничного транспорту в умовах постійних ризиків, існує необхідність запровадження сучасних автоматизованих технологій оперативного планування та управління рухом поїздів, які здатні враховувати потенційні ризики та враховувати особливості організації такого руху, зокрема, швидкісного. Для формування таких технологій запропоновано використання підходів на основі ризик-менеджменту. В дослідженні сформовано оптимізаційну математичну модель, яка враховує потенційні ризики, що можуть бути пов'язані з руйнуванням залізничної колії, контактної мережі, тягових підстанцій та інших об'єктів залізничної інфраструктури, за критерієм вибору альтернативного маршруту, протяжність якого буде мінімальним.

Цільову функцію можна представити у такому вигляді:

$$E(S_{\text{альт}}) = S_{\text{гр}} \cdot C_{\text{пкм}} + H[(S_{\text{альт}} - S_{\text{гр}}) \cdot C_{\text{пкм}} + C_{\text{відн.інфр.}}] \Rightarrow \min, \quad (1)$$

де  $S_{\text{гр}}$  – протяжність графікового маршруту, км;

$C_{\text{пкм}}$  – вартість поїздо-кілометру, грн;

$H$  – ймовірність руйнування маршруту по графіку;

$S_{\text{альт}}$  – протяжність альтернативного маршруту, км;

$C_{\text{відн.інфр.}}$  – витрати на відновлення інфраструктури.

У свою чергу, витрати на відновлення інфраструктури за допомогою однорідної логічної функції враховуватимуть витрати на відновлення колії та (або) контактної мережі:

$$C_{\text{відн.інфр.}} = \Gamma_1 \cdot C_{\text{відн.кол.}} + \Gamma_2 \cdot C_{\text{відн.к.м.}} \quad (2)$$

де  $C_{\text{відн.кол.}}$  – вартість відновлення колії, грн;

$C_{\text{відн.к.м.}}$  – вартість відновлення контактної мережі або тяговою трансформаторної підстанції, грн;

$\Gamma_1, \Gamma_2$  – булеві змінні.

Булева змінна повертає одне із двох значень, що відповідають стану події:

$$\Gamma = \begin{cases} 0, & \text{подія (руйнування) не відбулася;} \\ 1, & \text{подія (руйнування) відбулася.} \end{cases} \quad (3)$$

Для досягнення мінімізації сформованої цільової функції  $E(S_{\text{альт}})$  необхідно виконання умов системи обмежень:

$$\begin{cases} R \geq 0,8 \\ K \leq 9 \\ N \leq N_{\text{наявна}} \\ V_{\text{ход}} \leq 160 \text{ км/год,} \end{cases}$$

де  $R$  – населеність поїзда;

$K$  – кількість вагонів у поїзді;

$N$  – пропускна спроможність лінії;

$V_{\text{ход}}$  – ходова швидкість, км/год.

Альтернативний маршрут буде обиратися за допомогою теорії графів, а у якості ваги ребра буде виступати протяжність дільниці. Модель може бути інтегрована в структуру інформаційно-керуючої системи АСК ПП УЗ і стати додатковою задачею для автоматизованого робочого місця поїзного диспетчера (АРМ ДНЦ) у вигляді системи підтримки прийняття рішень.

[1] Бутко Т.В. Організація інтермодальних швидкісних пасажирських перевезень на основі цифрових технологій / Т. В. Бутко, Т. Ю. Стомін, Ю. М. Белоусов // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. - 2020. - № 3 (додаток). - С. 39-40.

[2] Пархоменко Л. О. Розробка процедури формування схеми маршрутів поїздів для автоматизованої системи управління швидкісними пасажирськими перевезеннями / Л. О. Пархоменко, В. М. Прохоров, Т. Ю. Калашнікова, А. О. Галуцька, І. І. Шешеня // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. - 2021. - Т. 26. № 3. - С. 18-26.

**УДК 624.012.4:699.812**

## **ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ НА ОСНОВІ РИЗИК-МЕНЕДЖМЕНТУ**

### **ORGANIZATION OF WORK OF THE SORTING STATION BASED ON RISK MANAGEMENT**

*Д-р. техн. наук., професор, Т. В. Бутко, магістрант, А. В. Топчій  
магістрант, К. А. Ступницька  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*Dr.Sc.(Tech), professor, T. V. Butko, master's student, A. V. Topchii  
master's student, K. A. Stupnytska  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkov)*

Сортувальні станції (СС) є одними з найважливіших елементів системи залізничних вантажних перевезень, тому актуальним є питання розробки сучасної технології управління оперативною роботою СС. Розроблення сучасної технології управління СС є можливим лише за умови здійснення якісного переходу від інформаційних до автоматизованих керуючих систем, які здатні розв'язувати складні математичні задачі у реальному часі для своєчасного формування рішень [1].

Сучасні автоматизовані технології оперативного планування та управління СС повинні адекватно відтворювати особливості та умови їх функціонування, зокрема - наявність в структурі вагонопотоків небезпечних та спеціальних вантажів, а також потенційні ризики, обумовлені воєнним станом в країні. Для формування таких технологій запропоновано використання підходів на основі ризик-менеджменту. З урахуванням цього аспекту в дослідженні сформовано оптимізаційну математичну модель за критерієм мінімізації загальних витрат з урахуванням можливих ризиків, пов'язаних з руйнуванням інфраструктури СС

та незворотних витрат. Система обмежень представляє інфраструктурні та технологічні обмеження для даної СС.

Тоді цільову функцію моделі управління ризиками можна записати таким чином:

$$C(n(t), n_{\text{НВ}}(t), t) = \int_{t_0}^{t \leq t_k} [C_{\text{експ}}(n(t)) + C_{\text{дод.ман}}(n_{\text{НВ}}(t)) + H(t) \cdot (n(t) \cdot \Delta t \cdot C_{\text{ВГ}} + C_{\text{відн}} + C_{\text{незвор.}})] dt \Rightarrow \min, \quad (1)$$

де  $C(n(t), n_{\text{НВ}}(t), t)$  – витрати, грн;

$t_0$  – час початку планового періоду;

$t_k$  – горизонт планування від початку планового періоду  $t \in [t_0; t_k]$ ;

$n(t)$  – кількість вагонів на СС в момент  $t$ ;

$n_{\text{НВ}}(t)$  – кількість вагонів на СС із небезпечними вантажами в момент  $t$ ;

$H(t)$  – імовірність виникнення потенційної небезпеки;

$C_{\text{експ}}(n(t))$  – витрати станції в штатному режимі, грн;

$C_{\text{дод.ман}}(n_{\text{НВ}}(t))$  – витрати на додаткові маневрові операції з вагонами з небезпечними вантажами, грн;

$\Delta t$  – додатковий простір вагонів, який залежить від місця руйнування СС: або безпосередньо сортувальна гірка, або колії в парку прийому, або колії в парку відправлення;

$C_{\text{ВГ}}$  – вартість вагоно-години простою, грн;

$C_{\text{відн}}$  – вартість відновлення інфраструктури СС, грн;

$C_{\text{незвор.}}$  – вартість незворотних витрат, включно з рухомим складом, грн.

Сформована цільова функція  $C(n(t), n_{\text{НВ}}(t), t)$  підлягає мінімізації за умови виконання системи обмежень:

$$\left\{ \begin{array}{l} n(t) \leq N_1 - \text{кількість вагонів, які одночасно можуть перебувати} \\ \quad \text{в парках прийому та відправлення} \\ n_{\text{НВ}}(t) \leq N_2 - \text{кількість вагонів з небезпечними вантажами, які} \\ \quad \text{одночасно можуть знаходитись на станційних} \\ \quad \text{коліях, або витяжках в парках прийому та} \\ \quad \text{відправлення} \\ t_{\text{літ}} \leq t_j - \text{умови своєчасного відправлення зі станції} \\ \quad \text{літерних поїздів} \end{array} \right.$$

Для вирішення сформованої оптимізаційної моделі доцільно використовувати апарат генетичних алгоритмів.

Моделю може стати основою для вирішення додаткових задач у вигляді системи підтримки прийняття рішень (СППР) на автоматизованих робочих

місцях (АРМ) оперативного персоналу та бути інтегрованою в структуру інформаційно-керуючих систем (ІКС) СС.

[1] Бутько, Т. В., Прохоров В. М., Чехунов, Д. М. Формалізація технології переробки вагонопотоків із небезпечними вантажами на сортувальній станції на основі експозиції ризику [Текст] / Д. М. Чехунов // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2018. – № 2. – С. 18–22.

**УДК 656.073.7**

## **ПІДХОДИ ДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ ВАГОНОПОТОКАМИ ПРИ ЗДІЙСНЕННІ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

### **APPROACHES TO INCREASING THE EFFICIENCY OF CAR FLOW MANAGEMENT IN INTERNATIONAL TRANSPORTATION**

*канд. техн. наук Г.С. Бауліна,  
студенти Д.Ю. Прокопенко, О.В. Антонова,  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*H. Baulina, PhD (Tech.),  
Students D. Prokopenko, O. Antonova,  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Висока пропускна спроможність залізниць України формує чималий попит не лише на внутрішні перевезення, а й транзитні, у країни Європи та навпаки. Значна частина експортно-імпортних перевезень між країнами ЄС та Україною здійснюється залізничним транспортом. Україна є транспортним коридором, яким переміщуються вантажі до Європи з Китаю та інших східних країн. Ефективність переробки експортно-імпортного вагонопотоку у значній мірі залежить від раціональної організації роботи міждержавних залізничних станцій, їх перевантажувальних комплексів та оптимального управління вагонопотоками міжнародного сполучення. Це можливо здійснити при впровадженні сучасних інформаційних технологій, які дозволять забезпечити оптимізацію технологічних процесів.

Сучасна спрямованість при формуванні автоматизованих робочих місць оперативного персоналу при здійсненні міжнародних перевезень повинна базуватись на розробці та впровадженні інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень в режимі реального часу. Система забезпечить високий рівень інтелектуалізації діяльності під час прийняття рішень у проблемних ситуаціях, які характеризуються великою складністю, невизначеністю та слабкою структурованістю [1].

Інтелектуальні системи – системи оброблення інформації, які моделюють розумові процеси, притаманні людині при прийнятті управлінських рішень.

Структура інтелектуальної системи включає три основні блоки - базу знань, механізм виведення рішень і інтелектуальний інтерфейс.

Технологічні процеси, що відбуваються при здійсненні міжнародних перевезень, залежать від взаємодії великого числа різноманітних компонентів, об'єктів, умов, які, в свою чергу, можуть вести себе по різному, в залежності від ситуації, що склалася. У відносно невеликому об'ємі пам'яті інтелектуальні системи повинні зберігати велику кількість інформації про задачі, що вирішуються в системі в процесі її функціонування. Вирішення цієї проблеми можливо лише при спеціальній організації бази знань.

Подання знань у базі знань – одна з основних проблем штучного інтелекту. Необхідно обрати модель для подання знань, тобто вирішити питання, в якій формі повинні бути представлені знання, як ці знання доцільно організувати, щоб система змогла найкращим чином скористатися ними при вирішенні різноманітного роду інтелектуальних задач. Тому одним із зручних видів організації бази знань є мережеві моделі, а саме семантичні мережі.

Семантична мережа – інформаційна модель предметної області, що має вигляд орієнтованого графа, вершини якого відповідають об'єктам предметної області, а дуги задають відношення між ними [2]. Об'єктами можуть бути поняття, події, процеси, різні виробничі ситуації. У різних варіаціях семантичних мереж для відображення понять використовуються різні геометричні примітиви: прямокутники, овали, прямокутники з округленими кутами.

Отже, побудовано семантичну мережу, що відображає процес управління вагонопотоками на залізничній станції при здійсненні міжнародних перевезень. Операції пошуку оптимального рішення виконуються на основі переробки як декларативних, так і процедурних знань з організації міжнародних перевезень. Проблема пошуку рішення в семантичній мережі зводиться до задачі пошуку фрагмента мережі, відповідного поставленому запиту.

Запропонована інтелектуальна система забезпечить можливість формування інтелектуального функціонування, в процесі якого з'являються нові знання про об'єкт управління, удосконалюються механізми програмного прийняття рішень.

[1] Бауліна Г.С. Удосконалення інформаційно-керуючої системи прикордонної передавальної станції на основі застосування інтелектуальних технологій. *Зб. наук. праць. ДонІЗТ*. Донецьк: ДонІЗТ, 2011. Вип. 25. С. 39 – 45.

[2] Ярошук Л.Д. Інтелектуальні системи управління: Експертні системи – основи проектування та застосування в системах автоматизації: навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 136 с.

**УДК 656.2**

## **ІНОЗЕМНИЙ ДОСВІД ОРГАНІЗАЦІЇ ІНТЕРМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

## **FOREIGN EXPERIENCE OF ORGANIZING INTERMODAL TRANSPORTATION**

*І.С. Демченко, канд. техн. наук, доц. Т.В. Головка*  
*Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*I. S. Demchenko, T.V. Golovko PhD (Tech)*  
*Ukrainian state university of railway transport (Kharkiv)*

Негативні наслідки транспорту, такі як забруднення, зміна клімату, шум, затори та аварії, створюють проблеми для економіки, здоров'я та добробуту громадян у різних країнах. Вантажні перевезення продовжують зростати, за прогнозами, автомобільний вантажний транспорт зросте приблизно на 40% до 2030 року та більше ніж на 80% до 2050 року. Таким чином, транспортна політика розвинутих країн спрямована на збільшення обсягів більш енергоефективних видів транспорту, зокрема інтермодальних перевезень.

У законодавстві України інтермодальні перевезення зазначені як міжнародні мультимодальні перевезення [1].

Міжнародні мультимодальні перевезення — важливий напрям розбудови логістичної системи України. Цей вид перевезень не тільки зможе допомогти АТ «Укрзалізниця» та її клієнтам диверсифікувати логістику, але і стане драйвером економічного розвитку, особливо в умовах воєнного часу.

При побудові стратегії організації системи інтермодальних перевезень вважається доцільним використовувати іноземний досвід.

У країнах Європейського союзу (далі ЄС) інтермодальний (комбінований транспорт) просувається через Директиву про комбіновані перевезення 92/106/EECS, яка спрямована на скасування процедур авторизації та кількісних обмежень для комбінованих перевезень, роз'яснює незастосування обмежень на автомобільний каботаж на ділянках доріг і забезпечує фінансову підтримку через фіскальні стимули для певних комбінованих перевезень.

Директива підтримується іншими законами ЄС, такими як Директива щодо ваги та розмірів 2015/719, який передбачає, що держави-члени дозволяють переміщення більш важких інтермодальних одиниць вантажу автомобільним транспортом в комбінованих перевезеннях. Крім того, ЄС також надає фінансову підтримку проектам, пов'язаним з комбінованим транспортом [2].

Європа наголошує на необхідності політики сталого інтермодального транспорту, яка відповідає економічним потребам зацікавлених сторін. З огляду на це, у країнах ЄС існує тенденція оцінювати новий інтермодальний термінал не лише на основі економічних переваг, а й на внеску інтермодального транспорту в регіональний економічний розвиток ЄС. Таким чином, багато заходів з інтермодального планування в ЄС відбуваються навколо терміналу, що призводить до високого рівня автоматизації терміналів [2].

Подібно до підходу ЄС, загальна інтермодальна система США вважається складною, яка також включає багато зацікавлених сторін і додатково представляє багаторівневу систему управління між місцевим, державним, національним і федеральним рівнями.

Наразі США зіткнулися з проблемою інтеграції інтермодальних вантажних перевезень у федеральні, державні та місцеві урядові системи [4]. Інтермодалізм є критично важливим для економіки США, і це підтримується величезним розвитком інтермодальної інфраструктури, що відбувається в країні. Так, тільки у 2021 північноамериканські інтермодальні вантажні перевезення зросли приблизно до 18,4 мільйона відправлень [5].

Розвиток інтермодального транспорту в США було відображено в таких законодавчих актах, як NAFTA, ISTEА та TEА21, які підкреслюють розвиток узгодженого та ефективного інтермодального транспорту в країні, що має потенціал для прискорення економіки країни.

На відміну від системи ЄС, система інтермодальних вантажних перевезень США побудована та працює за структурою «знизу-вгору», де ринок і бізнес-сектор, який володіє великими вантажовідправниками та перевізниками, залізничними та судноплавними компаніями, експедиторами та інтеграторами, мають тенденцію впливати на сектор інтермодальних перевезень, з меншими державними субсидіями. З огляду на це, методологія оцінки комбінованих перевезень, що застосовується США, відображає лише економічні переваги бізнесу, що не є ефективним.

Інша відмінність — інфраструктура системи інтермодальних вантажних перевезень у США характеризується розвитком національних коридорів, які з'єднують інтермодальні вантажі NHS з центрами інтермодальних вантажів і комплексною скоординованою програмою прикордонної інфраструктури.

Політика інтермодальних перевезень в ЄС та США формулюється в рамках політичної системи, яка наголошує на необхідності сталого розвитку та передбачається як така, що сприяє економічному зростанню, екологічному прогресу та глобальній конкурентоспроможності, та при цьому має певні особливості. Адаптація іноземного досвіду в плануванні та організації інтермодальних перевезень сприятиме підвищенню гнучкості національної системи інтермодальних перевезень та покращенню їх ефективності.

[1] Про мультимодальні перевезення [Електронний ресурс] Закон України від 17.11.2021 № 1887-IX, — Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1887-20#Text> (дата звернення: 06.11.2022). — Назва з екрана.

[2] Multimodal and combined transport. *Mobility and Transport*. URL: [https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/logistics-and-multimodal-transport/multimodal-and-combined-transport\\_en](https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/logistics-and-multimodal-transport/multimodal-and-combined-transport_en) (дата звернення: 06.11.2022).

[3] Intermodal Transport: Comparison Between USA and Europe Research Paper URL: <https://ivypanada.com/essays/intermodal-transport-comparison-between-usa-and-europe/> (дата звернення: 06.11.2022).

[4] Total intermodal freight volume in North America from 2015 to 2021(in million shipments). *Statista*. URL: <https://www.statista.com/statistics/939837/intermodal-freight-volume-north-america/> (дата звернення: 06.11.2022).

**УДК 656.13**

## **ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СВІТОГО ДОСВІДУ МІСЬКОЇ ЛОГІСТИКИ ДЛЯ ДОСТАВКИ ОСТАННЬОЇ МИЛІ В УКРАЇНІ**

*О.О. Грекова<sup>1,2</sup>, А.С. Галкін<sup>1,3</sup>*



*<sup>1</sup>Харківський національний університет міського господарства  
ім О.М. Бекетова, Харків, Україна*

*<sup>2</sup>Slovak Technical University in Bratislava, Bratislava, Slovak Republic*

*<sup>3</sup>University of Pardubice, Pardubice, Czech Republic*

Наразі тема міської логістики є дуже актуальною в усьому світі [1-5]. Насправді міський вантажний транспорт має велике значення для задоволення потреб громадян та користувачів міста (наприклад, працівників, відвідувачів тощо), однак він значно сприяє нестабільному впливу на навколишнє середовище, економіку та суспільство. Швидке зростання міських вантажних перевезень через зміни в ланцюжку постачання (наприклад, «just in time», доставка до дверей та електронні покупки) призвело до постійного збільшення кількості доставок та вантажних транспортних засобів у житлових районах, створюючи великі впливи на стійкість міста. З іншого боку, існує запит на досягнення цілей, визначених сталим розвитком, згаданих у проекті до 2030 року в 11-й Меті сталого розвитку – «Зробити міста інклюзивними, безпечними, стійкими та сталими». У цьому контексті національні агентства сприяли розробці та впровадженню планів сталої міської логістики у містах і столичних районах [6]. Крім того, у різних містах проводяться інноваційні заходи, як показано у літературі про попередні та фактичні оцінки заходів міської логістики.

Для досягнення стійкості у Римі обмежено доступ вантажних транспортних засобів, які не відповідають екологічним та ваговим правилам. В Нідерландах (Антверпен, Гент) реалізовано обмежені екологічні зони (LEZ). Еволюція нових технологій на основі інформацій та комунікацій (e-ICT) відкрила дорогу для розробки та впровадження нових інтегрованих і динамічних міських логістичних рішень [7-10]. e-ICT є вдосконаленими інтелектуальними транспортними системами (ITS), які корисні для створення нового покоління міських логістичних систем. Технології дозволяють різним учасникам брати участь у міській логістиці: оптимізувати на високому рівні власні операції; інтегрувати різні платформи для управління та контролю систем міського вантажного транспорту з метою оптимізації та динамічної інтеграції усіх учасників.

Сьогодні в рамках процесів урбанізації люди прагнуть жити в містах з високими економічними та екологічними стандартами. Та з іншого боку споживачі формують високий попит на широкий спектр товарів і послуг. У результаті більшість міст, у тому числі європейських, зіткнулися з проблемами заторів на дорогах, спричинених поповненням поставок, що, у свою чергу, призводить до екологічних проблем. Щоб зменшити ці негативні наслідки, дослідники зіткнулись з запитом зробити міста більш стійкими. Насправді екологічна свідомість європейців з часом зростає, і в останні роки, Європейська Комісія зосередилась на проблемах міст і екологічній політиці. У той же час, наприклад, обмеження типу транспортних засобів або введення вікон часу, створило нові проблеми та можливості для інноваційних логістичних рішень, таких як парки електромобілів, вантажні велосипеди та центри консолідації

міст ін. Крім того, нові бізнес-моделі, створені завдяки цифровим технологіям, змінюють ландшафт міських транспортних послуг як для пасажирів, так і для вантажів. Кілька пов'язаних рішень також стали більш помітними, як у випадку з розумними боксами для безконтактної доставки. У цьому контексті дослідницька пропозиція має на меті переглянути та запропонувати моделі та методи для підтримки управління та контролю міського вантажного транспорту останньої милі, використовуючи можливості, які пропонує телематика.

Європейські міста отримали великий досвід управління та контролю вантажних перевезень та можуть стати прикладом для інших. Але необхідно бачити цілісну картину та практично підходити до вирішення реальних проблем. Тому дослідники розробляють сталі методи міських вантажних перевезень:

- колаборація та координація системи доставки. Міста у світі співпрацюють з логістичною галуззю, щоб вирішити майбутні логістичні проблеми «останньої милі» та плавно впроваджувати інноваційні рішення мобільності;

- залучення користувачів міста до доставки. Наприклад, краудшипінг [11];

- багато-ешелонна система доставки [12-13];

- перехід до автономного розподілу вантажів. Телематичні програми дозволяють оптимізувати маршрути доставки з точки зору послідовності обслуговування клієнтів і бронювання місць доставки.

Тож, на основі засад транспортної логістики та управління ланцюгами поставок впроваджуються стратегії сталого розвитку та електронної комерції. Підходи до проектування логістики «останньої милі» зменшують кількості вантажного автотранспорту на дорогах міста, зміну міської зони на більш зручну для життя обстановку та трансформацію систем ланцюгів поставок.

[1] Russo, F., & Comi, A. (2020). Investigating the effects of city logistics measures on the economy of the city. *Sustainability*, 12(4), 1439.

[2] Gonzalez-Feliu, J. (2018). Sustainability evaluation of green urban logistics systems: literature overview and proposed framework. *Green Initiatives for Business Sustainability and Value Creation*, 103-134.

[3] Jiang, J., Zhang, D., Li, S., & Liu, Y. (2019). Multimodal green logistics network design of urban agglomeration with stochastic demand. *Journal of Advanced Transportation*, 2019. DOI: 10.1155/2019/4165942

[4] Wang, Y., Yuan, YY., Assogba, K., Gong, K., Wang, HZ., Xu, MZ., & Wang, YH. Design and Profit Allocation in Two-Echelon Heterogeneous Cooperative Logistics Network Optimization. *Journal of advanced transportation*, 2018. DOI: 10.1155/2018/4607493

[5] Taniguchi, E., Thompson, R. G., & Yamada, T. (2016). New opportunities and challenges for city logistics. *Transportation research procedia*, 12, 5-13.

[6] Ambrosino, G., Guerra, S., Pettinelli, I., & Sousa, C. (2014, May). The role of logistics Services in Smart Cities: the experience of enclose project. *Real Competence Central of Urban and Regional Planning 2014 – plan it smart! Clever Solutions for Smart Cities. Proceedings of 19th International Conference on Urban Planning, Regional Development and Information Society*, 1029-1034

[7] Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey. *Computer networks*, 54(15), 2787-2805.

[8] Taniguchi, H., Nakatsuji, A., Hanaoka, H., & Tsukamoto, K. Estimation apparatus for unifying and utilizing information of providers, comprises a management unit, which manages information of multiple registered providers, where reception unit receives utilization purpose of information from a user. *Derwent Innovations Index*, 2018.

[9] Delft, C. E., Schrotten, A., van Grinsven, A., Eric, T. O. L., Schackmann, P. P., Diana, V. N., ... & Kalisvaart, S. (2020). Research for tram committee: The impact of emerging technologies on the transport system. Retrieved from <https://policycommons.net/artifacts/1426745/research-for-tran-committee/2041227/> on 14 Jul 2022. CID: 20.500.12592/gxvqpkq.

[10] Russo, F., & Comi, A. (2021). Sustainable urban delivery: the learning process of path costs enhanced by information and communication technologies. *Sustainability*, 13(23), 13103.

- [11] Simoni, M. D., Marcucci, E., Gatta, V., & Claudel, C. G. (2020). Potential last-mile impacts of crowdshipping services: A simulation-based evaluation. *Transportation*, 47(4), 1933-1954.
- [12] Janjevic, M., & Ndiaye, A. B. (2014). Development and application of a transferability framework for micro-consolidation schemes in urban freight transport. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 125, 284-296.
- [13] Zhang, M., Jie, W., Yang, J., & Huang, Y. (2019). The two-echelon capacitated electric vehicle routing problem with battery swapping stations: Formulation and efficient methodology. *European Journal of Operational Research*, 272(3), 879-904.

**УДК 656.22**

## **ОПТИМІЗАЦІЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ ВАГОНОПОТОКІВ НА ЗАЛІЗНИЧНІЙ МЕРЕЖІ В УМОВАХ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

### **OPTIMIZATION OF VAGON FLOWS SERVICE ON THE RAILWAY NETWORK IN THE CONDITIONS OF INTERNATIONAL TRANSPORTATION**

*Канд. техн. наук П.В. Долгополов, О.Є. Думбасар, М.І. Назаренко  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*PhD (Tech.) P. Dolgoplov, O. Dumbasar, M. Nazarenko  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

В умовах експлуатації залізниць ускладнюється використання залізничної мережі у військовий час. Це має місце через те, що через пошкодження доводиться тимчасово виводити з експлуатації як окремі підрозділи, так і цілі дільниці. Це різко скорочує провізну спроможність залізничної мережі, що негативно впливає на внутрішні та міжнародні перевезення. Тому постає актуальне питання про вибір оптимальних маршрутів прямування поїздів на мережі залізниць в умовах військового стану [1].

Враховуючи особливості поставленої задачі а також характерні ознаки методів оптимізації, зроблено висновок, що алгоритм Форда-Фалкерсона найбільше підходить для вирішення задачі про оптимізацію пропускнуої спроможності мережі залізниць. З метою вирішення цієї задачі було побудовано математичну модель, що відображає основні характеристики обраного полігону залізничної мережі.

У моделі залізничну мережу представлено у вигляді зваженого орієнтованого графа, де вершини – залізничні вузли, а ребра – залізничні шляхи. За допомогою алгоритма Форда-Фалкерсона, здвійснено розрахунок шляху від істоку до стоку маршрута [2]. Після побудування цього шляху між ребер здійснюється пошук ребра з мінімальною вагою. Ця вага і буде пропускнуою спроможністю. Дані дії продовжуються поки не про рахуються всі можливі маршрути від початкової точки до кінцевої. Таким чином, запропонована модель дозволяє розраховувати оптимальні маршрути прямування поїздів на мережі залізниць в умовах виходу з ладу як окремих підрозділів, так і цілих дільниць.

В умовах оптимізації експлуатаційної роботи залізниць вирішення проблеми забезпечення збереження вантажів у дорозі, підвищення безпеки руху доцільно здійснювати за рахунок впровадження комплексів технічних засобів виявлення комерційних несправностей на пунктах комерційного огляду вагонів (ПКО). В якості такого комплексу запропонована система інтелектуального комерційного огляду рухомого складу [3].

Ця система має вигляд електронних воріт, що встановлюються на станції і оснащені телекамерами, датчиками контролю негабаритності, тепловізорами. Система використовується на прикордонних та міждержавних передавальних станціях, міжнародних пунктах, сортувальних та вантажних станціях. Враховуючи досвід інших станцій, на яких впроваджено систему інтелектуального комерційного огляду рухомого складу, пропускна спроможність зростає приблизно на 30% [4].

Для реалізації запропонованої технології розроблено модель на основі поширених мереж Петрі. Дана модель імітує удосконалену роботу сортувальної станції на основі оптимізації технології роботи ПКО, за допомогою впровадження запропонованого комплексу технічних засобів. Основна перевага даної моделі полягає у тому, що завдяки запропонованому удосконаленню, наочно продемонстровано як проводиться комерційний огляд вагонів без відчеплення їх від складу та перестановки на безконтактну колію.

Впровадження описаної системи дозволяє значно покращити якість огляду рухомого складу, вагонів і вантажів, скоротити час на його проведення, і як наслідок: своєчасно виявляти комерційні несправності, що створюють загрозу безпеці руху поїздів, збереженню вантажів; скоротити час на приймання-відправлення вагонів-вантажів на залізничних станціях; збільшити швидкість просування вагонопотоків, що особливо важливо у міжнародних перевезеннях.

[1] Чибісов Ю. В., Мозолеви́ч Г. Я. "Математична модель вибору раціональних варіантів пропуску поїздпотоків по залізничній мережі." Восточно-Европейский журнал передовых технологий 3.11 (57) (2012), с. 37-41.

[2] Шмигалева А. Анализ эффективности дорожной системы на основе алгоритма Форда - Фалкерсона. In: Sesiune națională cu participare internațională de comunicări științifice studențești. Vol.1, 15 februarie 2020, Chișinău. Chișinău, Republica Moldova: Centrul Editorial-Poligrafic, 2020

[3] Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. - 2004. № 5. - с. 54-58.

[4] Котенко А.М. Управління вантажною та комерційною роботою на залізничному транспорті, ч.2.- Харків.: Нове слово, 2003. – 390 с.

**УДК 656.22**

## **УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ ТРАНСПОРТНОГО ВУЗЛА В УМОВАХ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

## **IMPROVING THE OPERATION OF THE TRANSPORT HUB IN THE CONDITIONS OF INTERNATIONAL TRANSPORTATION**

*Канд. техн. наук., П.В. Долгополов, Ю.М. Бондар, Д.С. Гордієнко*

Транспортні вузли є одними з найважливіших елементів економіки кожної країни. Вони являють собою з'єднувальні ланки у внутрішніх та зовнішніх транспортно-економічних зв'язках, задовольняючи паралельно потреби населення у перевезеннях.

Дослідження показали, що у вузлах спостерігаються недотримання графіків руху поїздів, надмірні простой рухомого складу, несвоєчасне обслуговування вантажовласників через недотримання часу та кількості вагонів в умовах нестачі справного вагонного парку. Причинами цього є значні коливання обсягів перевезень, брак коштів на оновлення рухомого складу та недосконала реалізація технологій місцевої роботи.

Тому, у даний час актуальною є задача удосконалення роботи транспортних вузлів на основі інтелектуалізованих диспетчерських систем управління для синхронізації процесів різних видів транспорту [1].

Для вирішення зазначеної задачі побудовано математичну модель оптимізації руху місцевих поїздів та автотранспорту у транспортному вузлі та на прилеглий залізничній дільниці на основі теорії розкладів.

Розроблену математичну модель запропоновано інтегрувати до автоматизованих робочих місць (АРМ) оперативно-диспетчерських працівників при допомозі використання мікропроцесорної системи диспетчерської централізації (МСДЦ). Оскільки дана система збирає дані про поїзне положення з пристроїв автоматики, це дає можливість автоматично формувати на графіку руху оптимальні прогностичні нитки кожного поїзда з місцевим вантажем з урахуванням дислокації (в тому числі прогностичної) рухомого складу та заявок на навантаження [2, 3].

На основі оптимального плану та розкладу слідування передаточних та вивізних поїздів та диспетчерських локомотивів запропонована модель визначає вихідні дані для організації автомобільного підвезення вантажу, в тому числі автомобілями залізниці до станцій транспортного вузла.

Таким чином, запропонована технологія дозволить вирішити задачу синхронізації роботи різних видів транспорту у вузлі, що особливо важливо у періоди згущення місцевої роботи у певні періоди доби, та суттєво скоротити простой залізничного рухомого складу, автомобілів та вантажів.

[1] Стратегія АТ «Укрзалізниця» на 2019-2023 роки. – Режим доступу: <https://agropolit.com/spetsproekty/572--strategiya-at-ukrzaliznitsya-na-2019-2023-roki>. (Дата звернення 10.09.2022)

[2] Долгополов, П.В. Оптимізація порожніх вагонопотоків з використанням математичного апарату задач на графах [Текст] / П.В. Долгополов, В.В. Петрушов // 36. наук. праць. – Донецьк: ДонІЗТ, 2008. – Вип. 16. – С. 14–19.28 Прогресивні технології засобів транспорту, Харків-Миргород, 2021.

[3] 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.

**УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ СКЛАДАННЯ ГРАФІКА РУХУ  
ПОЇЗДІВ НА ОСНОВІ АВТОМАТИЗАЦІЇ**

**IMPROVEMENT OF THE TRAIN SCHEDULE SYSTEM BASED ON  
AUTOMATIZATION**

*Викладач А.М. Кисельова<sup>1</sup>, викладач Ю.С. Мінейкіс<sup>1</sup>, викладач Т.І. Руденко<sup>1</sup>*  
*<sup>1</sup>Бахмутський коледж транспортної інфраструктури (м. Харків)*

*A. Kiselyova (teacher)<sup>1</sup>, Yu.S. Mineikis (teacher)<sup>1</sup> T. Rudenko (teacher)<sup>1</sup>,*  
*<sup>1</sup>Bakhmut College of Transport Infrastructure (Kharkiv)*

В умовах реформування залізничного транспорту України повинна отримати розвиток модель організації перевезень, яка передбачає наявність велику кількість компаній перевізників, що виконують роботу з організації перевезень вантажів і пасажирів, та оператора інфраструктури, який монопольно управляє залізничною мережею отримуючи основний прибуток за рахунок продажу пропускної спроможності (ниток графіку руху поїздів). В таких умовах постає необхідність найбільш повного та своєчасного задоволення потреб замовників в перевезенні, раціонального використання рухомого складу та пропускної спроможності залізничної мережі при знаходженні оптимальних часових параметрів руху поїздів різних перевізників згідно до їх запитів.

На даний момент розробка нормативного графіку руху поїздів (ГРП) в Україні виконується в ручному режимі на основі аналізу виконаних техніко-експлуатаційних показників за минулий визначений період за діючим графіком. Закордонний досвід, зокрема при використанні автоматизованої програми складання ГРП в таких країнах, як: Німеччина, Польща, Швейцарія, Франція, тощо, доводить, що складені нитки графіку, розраховані автоматизованим способом, розробляють набагато швидше, що в умовах великої кількості запитів є важливим. Крім того, автоматизація складання ГРП дозволяє узгодити велику кількість параметрів кожної нитки. Такі нитки руху поїздів в процесі експлуатації поїздів стають більш пристосованими до практичних умов роботи, ніж розраховані в ручному режимі.

В межах рішення поставленої задачі в роботі запропоновано розробити вимоги до автоматизованої системи, що передбачає поєднання взаємодії запитів перевізників, їх обробку, складання розкладів руху поїздів згідно запитів, диспетчеризацію поїздопотоків згідно до проданих ниток графіку та аналіз руху. В основі такої автоматизованої системи повинен стати програмний комплекс у оператора інфраструктури для автоматизованого складання ГРП на основі математичних моделей, заснованих на інтелектуальних технологіях, що повинні бути адаптовані до умов наявного конкурентного середовища. Запропонований процес автоматизації може гарантувати високу достовірність

ГРП при заданих максимальних розмірах руху для кожної ділянки в залежності від категорії поїздів, їх поїзних характеристик та типів локомотивів.

Результати розробки дозволять оптимізувати використання інфраструктури та рухомого складу, удосконалити систему складання графіка руху поїздів в умовах проведення структурної реформи залізничного транспорту України згідно до імплементації Європейських Директив, що прийняла Україна відповідно до Угоди про асоціацію з Європейським Союзом.

[1] Abbott, M. and B. Cohen (2017). "Vertical integration, separation in the rail industry: a survey of empirical studies on efficiency." *European Journal of Transport and Infrastructure Research* 17 (2): 207-224.

[2] Directive 2001/14/EC of the European Parliament and of the Council of 26 February 2001 on the allocation of railway infrastructure capacity and the levying of charges for the use of railway infrastructure and safety certification / THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION // *Official Journal of the European Communities (OJ L 75/29)*, 2001.– 18p.

**УДК 656.072**

## **АДАПТИВНІ ШЛЯХИ РОЗВИТКУ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УКРАЇНІ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ**

### **ADAPTIVE WAYS OF THE DEVELOPMENT FOR RAILWAY TRANSPORTATIONS IN UKRAINE UNDER THE CONDITIONS OF MARITAL STATE**

*Канд. техн. наук Д.В. Константинов, магістранти Д.А. Беліков,  
А.А. Кубінський, О.П. Опанасюк  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*D.V. Konstantinov PhD (Tech.), D.A. Belikov, A.A. Kubinskiy,  
O.P. Opanasiuk magistrate  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Організація перевезень залізничним транспортом в Україні під час військового стану є однією з найбільш важливих завдань із забезпечення функціонування транспорту. Тенденції розвитку перевезень в такий час є дуже слабкі, організація перевезень ускладнюється нестабільною ситуацією в умовах військових дій, рівень виконання завдань перевізного процесу суттєво залежить від мінливих факторів, що впливають на безпеку руху і тому може бути знижений. При цьому витрати на організацію залізничних перевезень у військовий час постійно зростають, матеріально-технічна база зношується значно більш інтенсивно, відновлення її стану та оновлення технічних засобів відбувається повільніше ніж за звичайних умов у мирні часи. У такій ситуації регіональні філії АТ «Укрзалізниця» вимушені скорочувати розміри руху на багатьох напрямках, що призводить до неповного задоволення потреб і попиту на виконання перевізного процесу як у пасажирських так і вантажних

перевезеннях. Така ситуація потребує реалізації заходів адаптивного характеру спрямованих на удосконалення системи залізничного руху, пошуку оптимальних варіантів організації перевезень з найменшими витратами і максимальною безпекою.

Система залізничного руху має бути адаптована до об'ємів попиту на перевезення, і в умовах дефіциту рухомого складу, частково вилученого для потреб військових, повинна передбачати на основі прогнозування удосконалення технологій формування та обробки поїздів на станціях з використанням прийомів оперативного регулювання композицій складів залежно від актуальних потреб у різні періоди доби на всіх можливих напрямках руху.

Задача прогнозування в загальному вигляді має зводиться до оцінки майбутніх значень впорядкованих в часі даних на основі аналізу та виявлення складних залежностей у вже існуючих даних. Це дасть змогу підвищити точність прогнозування для проведення оперативних регулювальних заходів [1]. Вихідною інформацією для проведення прогнозування є тимчасовий ряд, що складається зі значень в послідовні моменти часу. Тому загальний вигляд задачі прогнозування буде

$$(X_t, X_{t-1}, X_{t-2}, X_{t-d-1}, X_{t-d}) \rightarrow y_{t+1} = f(X), \quad (1)$$

де  $X = (X_t, X_{t-1}, X_{t-2}, X_{t-d-1}, X_{t-d})$  - значення пасажиропотоку в певні періоди доби  $t$ , що подаються на вхід моделі, з глибиною занурення  $d$ ;

$y_{t+1} = f(X)$  - прогнозне значення пасажиропотоку на наступний період доби  $t+1$ , що залежить від значення входу.

Можливі варіанти вирішення задач оперативного регулювання складу можуть залежати від трьох параметрів технологічного процесу - очікуваних темпів зміни пасажиропотоку чи вантажопотоку  $\Delta A$ , що можуть бути отримані прогнозуванням їх надходження на транспорт, коефіцієнту використання місткості або вантажопідйомності вагонів в конкретному складі  $\alpha$ , та достатнього часу на реалізацію оперативного регулювання  $t_{об}$  в умовах обмеження за розкладом руху [2]. Таким чином, задача розробки відповідних рішень для оперативного регулювання композиції складу полягає у виконанні відображення

$$(\Delta A, \alpha, t_{об.}) \rightarrow D \in \{d_1, d_2, \dots, d_k\}, \quad (2)$$

де  $d_1, d_2, \dots, d_k$  - можливі варіанти заходів оперативного регулювання.

Також можливим напрямом удосконалення системи залізничного руху в умовах військового стану окрім оперативного регулювання композицій складів може бути розробка нових гнучких схем курсування, заснованих на принципах безпеки, адаптації до рівня попиту та мінімізації витрат на перевезення [3].



Комплексна реалізація запропонованих заходів дозволить суттєво покращити організацію залізничних перевезень в умовах військового стану, підвищити рівень безпеки та знизити експлуатаційні витрати.

[1] Константинов Д.В. Моделювання системи оперативного прогнозування пасажиропотоків в приміському сполученні на основі використання інтелектуальних технологій [Текст] / Т.В. Бутько, Д.В. Константинов, Т.О. Деревянко // Восточно-європейський журнал передових технологій. – Харків, 2009. – №1/3(37). – С. 43–47.

[2] Константинов Д.В. Розробка системи підтримки прийняття рішень з застосуванням нейро-нечіткого моделювання для реалізації оперативного регулювання композиції составів у приміському сполученні [Текст] / Д.В. Константинов // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. – Харків, 2009. – №111. – С. 68–81.

[3] Константинов Д.В. Моделювання оперативного регулювання маршрутами приміського руху на основі нечіткої логіки та нейронних мереж [Текст] / Т.В. Бутько, Д.В. Константинов // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2010. – №1(80)'. – С. 13–19.

**УДК 656.2.078.87**

## **ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЄВРОПЕЙСЬКИХ ЗАЛІЗНИЦЬ ЯК ІНСТРУМЕНТУ БОРОТЬБИ З ЕКОЛОГІЧНОЮ КРИЗОЮ 21-ГО СТОЛІТТЯ**

## **PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF EUROPEAN RAILWAYS AS A TOOL TO FIGHT THE ENVIRONMENTAL CRISIS OF THE 21ST CENTURY**

*канд. техн. наук Д.В. Константинов, магістрант Урда В.М.  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*D.V. Konstantinov PhD (Tech.), V.M. Urda magistrate  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

В останнє десятиліття європейські інституції все більше приділяють уваги проблемі боротьби з екологічною кризою 21-го століття. Перед світом постала нова проблема у вигляді глобального потепління, саме тому не лише кожна держава самотійно, а й уся світова спільнота намагається разом подолати цю проблему. Одним з інструментів боротьби з екологічною кризою стала залізниця.

Залізниця – це найекологічніший вид транспорту в сучасному світі, до того ж у багатьох країнах світу дуже розвинутий, саме тому величезні надії покладаються саме на залізничний транспорт, як інструмент боротьби з шкідливими викидами в атмосферу у транспортному секторі.

Особливу увагу розвитку залізничного транспорту приділяється на європейському континенті. На сьогодні існують понад 200 цільових програм з модернізації інфраструктури лише на території Євросоюзу. Одним з таких інструментів стала заборона на внутрішні авіарейси в деяких країнах в тих випадках, коли залізниця може скласти конкуренцію.

Першим і дуже яскравим прикладом стала Австрія у 2020 році: через значні збитки під час першого локдауну навесні 2020 року австрійський уряд був змушений надати Austrian Airlines фінансову допомогу. Умовою даної угоди стало наступне положення: авіакомпанія зобов'язалась відмінити всі внутрішні короткі магістральні рейси, якщо існує альтернативна перевезення залізницею, що може бути здійснена швидше ніж за три години, як наприклад, між Віднем і Зальцбургом, Віднем і Земмерінгом тощо.

Цей експеримент чітко показав, що пасажирів більш охоче обирають залізничний транспорт у разі відсутності альтернативи. Так у 2022 році Австрійські федеральні залізниці перевезли на 17,7 % більше пасажирів ніж у 2019 році [1].

Сусідня країна до Австрії – Німеччина – також може стати прикладом в процесі заміщення внутрішніх авіаційних рейсів. Не дивлячись на стрімкий розвиток внутрішніх залізничних пасажирських перевезень у Німеччині досі залишається велика частка пасажирів, яка надає перевагу авіаційному виду транспорту на маршрутах, де залізниця є прямою альтернативою. Так у 2021 році за сприянням федерального уряду розпочалась активна фаза програми «Zug zum Flug» («Поїзд замість літака») [2]. Даною програмою прямо передбачається заміна деяких внутрішніх рейсів на високошвидкісні поїзди ICE, які будуть прямувати без зупинок, а тому долати відстані на 7 – 20 % швидше. Наступними полігонами подальшого розвитку програми «Zug zum Flug» можливі наступні маршрути: Цюрих-Мюнхен, Франкфурт-Париж, Кельн-Париж тощо.

Варто зазначити, що на сьогодні існує необхідність і в подальших кроках з реалізації програми спільного розвитку залізничного транспорту, особливо вбачається необхідною пряма домовленість між урядами країн щодо реалізації проекту заміщення коротких магістральних перельотів на високошвидкісні або швидкісні поїзди. Саме тому керівництву АТ «Укрзалізниця» якнайскоріше потрібно запускати пілотні проекти по створенню національної системи високошвидкісного руху з інтеграцією у європейську високошвидкісну залізничну мережу, яка зможе вигідно конкурувати з авіаційним транспортом а також дозволить значно підвищити рівень розвитку транспортної галузі України.

[1] ÖBB-Chef freut sich über „Bahnboom“ in Österreich. – Режим доступу: <https://bahnblogstelle.com/192299/oebb-chef-freut-sich-ueber-bahnboom-in-oesterreich/>

[2] Deutsche Bahn and Lufthansa launch new joint offers. – Режим доступу: <https://www.railtech.com/infrastructure/2021/03/10/deutsche-bahn-and-lufthansa-launch-new-joint-offers/>

**УДК 656.078**

## **АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ В УКРАЇНІ**

# ANALYSIS OF THE POSSIBILITIES OF IMPLEMENTING INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS IN UKRAINE

*Канд.техн.наук А. І. Кузьменко  
Університет митної справи та фінансів (м. Дніпро)*

*A.I. Kuzmenko, PhD (Tech.)  
University of Customs and Finance (Dnipro)*

У світі триває активна розробка ITS (англ. Intelligent transport systems – розумні транспортні системи), стандарту зв'язку для автомобілів нового покоління з великим спектром можливостей. Сучасні системи ITS вирішують такі завдання, як контроль допуску, управління та оплата паркуванням, надання інформації про рух та оплата паркування, управління вантажоперевезеннями, контроль трафіку тощо. Наступним кроком стане використання ITS у безпілотних автомобілях. Базовим компонентом для таких автомобілів будуть зовнішні камери та радарне обладнання. Але саме обмін інформацією між автомобілями засобами V2V-систем разом із отриманням транспортними засобами через V2I-системи інформації щодо ситуації на дорогах та актуальних цифрових карт доріг дозволить забезпечити безпечний та ефективний дорожній рух безпілотних транспортних засобів [1]. Застосування таких систем мінімізує кількість ДТП та людських жертв і є виправданим під час перевезення вантажів у небезпечних зонах, природних та техногенних катастроф, воєнних дій тощо.

ITS можна розглядати, як комплекс комп'ютерних та інноваційних технологій для управління транспортними засобами та мережами у реальному часі, включаючи перевезення вантажів та пасажирів [2]. ITS охоплює три складові: інфраструктуру, транспортні засоби та поведінку людей під час користування транспортним засобами. Функції ITS на прикладі американської системи US National ITS Logical Architecture показані на рисунку 1.

Інтелектуальні транспортні системи використовують технологію «Штучний інтелект». Серед основних напрямів [1]: технічний зір (виявлення, розпізнавання, дешифрація, класифікація зображень), інформаційно-керуючі системи (робототехніка, розумні машини) та «розумні» мережі та системи в енергетиці, зв'язку, міському господарстві та в інших галузях («розумний дім», «розумне місто»). В останній категорії лідером являється Шанхайська платформа Citizen Cloud, яка є єдиним центром для більш ніж 1000 різноманітних послуг для мешканців міста. У тому числі транспорт та інфраструктура, енергетика та освітлення, міське управління та технології, а також взаємодія між громадянами та владою [3]. Необхідно також зауважити, що функціонування ITS характеризується невизначеністю. Наприклад, процес транспортних перевезень пов'язаний із низкою випадковостей технічного стану транспортних засобів, шляхів, транспортних споруд тощо [4]. Для регіональних транспортних компаній достатньо розробити додаток з простим функціоналом на базі системи WordPress. Але для глобальних компаній такого рішення буде

недостатньо. Для них рекомендовано використовувати більш сучасні технології, наприклад: blockchain, або нейронні мережі [5].

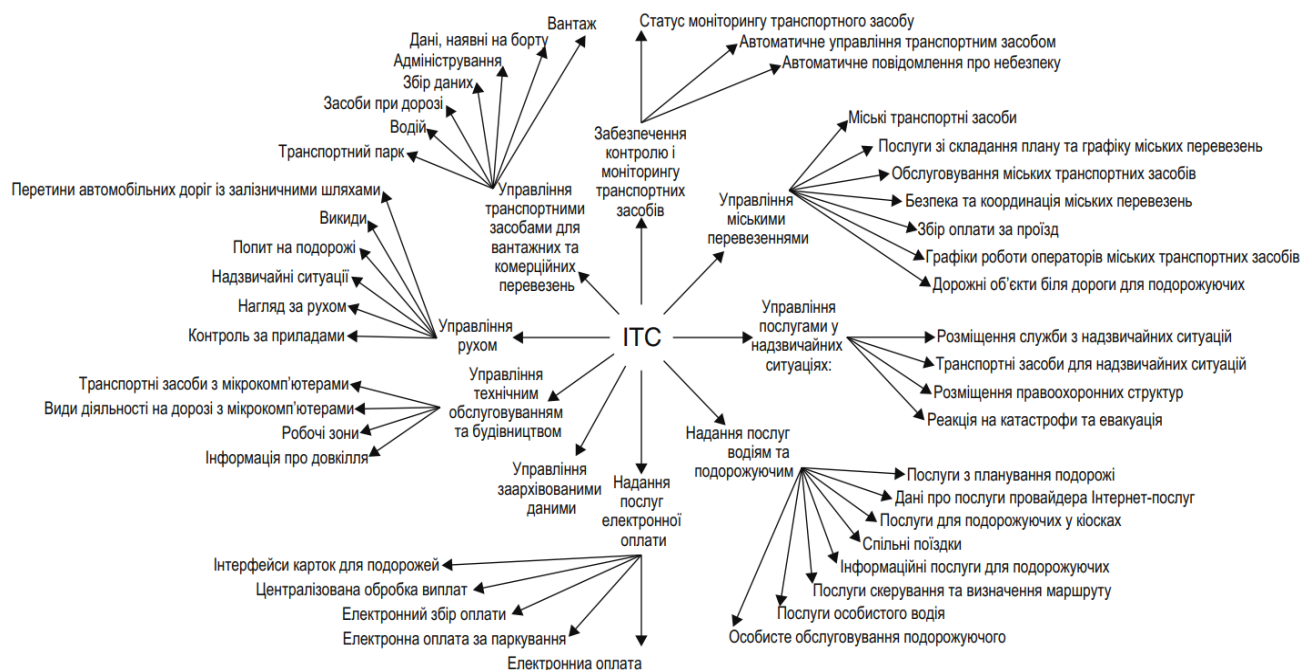


Рис. 1. Функції інтелектуальних транспортних систем [2]

Безперечно, для України також є дуже важливим розвиток транспортних технологій. І у воєнні часи, і у період поновлення економіки роль транспорту важко переоцінити. Транспортна системи нашої держави, що впевнено крокує до європейського співтовариства, поступово набуває ознак, притаманних транспортним системам сусідніх країн. І одним з ключових моментів подальшого розвитку транспортної галузі України є використання технологій штучного інтелекту на транспорті. Реалізація можливостей ITS потребує поєднання сучасних комп'ютерних технологій та мережі навігаційних супутникових систем, а саме GPS, a-GPS, ГЛОНАСС, SBAS, GPRS, Internet тощо [6]. Подальший розвиток інтелектуальних транспортних систем вимагає удосконалення методів комплексного врахування дорожніх і транспортних умов, інфраструктури доріг та ефективної експлуатації транспортних засобів.

[1] Технології штучного інтелекту: аналітичні матеріали. 156 с. URL: <https://novikov.ua/технологии-искусственного-интеллекта/>

[2] Філ Саєт, Філ Чарльз. Інтелектуальні транспортні системи. Електронний збірник. URL: [https://city2030.org.ua/sites/default/files/documents/GIZ\\_SUTP\\_SB4e\\_Intelligent-Transport-Systems\\_UA.pdf](https://city2030.org.ua/sites/default/files/documents/GIZ_SUTP_SB4e_Intelligent-Transport-Systems_UA.pdf)

[3] Новини Smart-Citi: названо лідера рейтингу розумних міст. URL: <https://ula.lantec.ua/news/novosti-smart-siti-nazvan-lider-rejtinga-umnykh-gorodov-2>

[4] Скалозуб, В. В. Ильман В. М. Прикладной системный анализ интеллектуальных систем транспорта: пособие. Д. : Изд-во ДНУЗТ, 2013. 221 с.

[5] Мельник В.В. Формування інформаційної системи для забезпечення ефективного управління мультимодальним транспортом: дипломна робота. К: НАУ, 2021. 81 с.

[6] Мигаль В. Д. Інтелектуальні системи в технічній експлуатації автомобілів: моногр. Х.: Майдан, 2018. 262 с.

**УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕДУРИ УПРАВЛІННЯ ПОЇЗДОПОТОКАМИ  
НА ОСНОВІ АБСТРАКТНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ОПЕРАТИВНИХ  
ПРОЦЕСІВ**  
**IMPROVEMENT OF THE PROCEDURE FOR MANAGEMENT OF TRAIN  
FLOWS BASED ON ABSTRACT MODELING OF OPERATIONAL  
PROCESSES**

*Д.М. Баша<sup>1</sup>, С.Р. Миронець<sup>2</sup>, док. тех. наук, професор О.В. Лаврухін<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Регіональна філія "Придніпровська залізниця" ст. Дніпро-Вантажний,  
(м.Дніпро)*

*<sup>2</sup>Український державний університет залізничного транспорту, (м. Харків)*

*D.M. Basha<sup>1</sup>, S.R. Mironets<sup>2</sup>, Doctor of Engineering, Professor O.V. Lavrukhin<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Cisdnieper Railway (Prydniprovskia zaliznytsia), station Dnipro-Vantazhny,  
(Dnipro)*

*<sup>2</sup>Ukrainian State University of Railway Transport, (Kharkiv)*

Не зважаючи на військовий стан в Україні залізничний транспорт лишається основним важелем в потужній підтримці економіки країни в секторі вантажних і пасажирських перевезень. Останні офіційні дані [1] свідчать про намічену стабілізацію і певне зростання обсягів перевезення по окремих регіональним філіям залізниць.

Однак разом із позитивними моментами в роки, до виникнення військового конфлікту, спостерігалася негативна тенденція виконання основних якісних показників. Одним з основних таких комплексних показників є обіг вантажного вагона. Динаміка зміни визначеного показника у відсотках до попереднього року яскраво описує складність ситуації, що виникла в секторі ефективного використання основних транспортних засобів на залізничному транспорті.

Природньо припустити, що за часів озброєного конфлікту ситуація загострилася. В існуючих умовах постає невідкладне науково-прикладне завдання удосконалення підходів ефективного використання транспортних ресурсів для зміцнення обороноздатності країни шляхом безперебійного прямування поїздопотоків зі всіма категоріями вантажів.

Одним з таких передових організаційно-технічних заходів є впровадження автоматизованих засобів управління перевізним процесом. В роботі [2] розглядається формування автоматизованої системи активного моніторингу просування рухомих одиниць (АМПРО) в основу якої покладено модифікацію мови поїзних ситуацій (ЯПС) у вигляді абстрактного моделювання оперативних процесів (АМОП). Такий підхід надав можливості оперативному диспетчерському апарату ефективно регулювати рух поїздів з небезпечними вантажами. Даний підхід доказав свою ефективність при його апробації, тому має сенс подальші інтелектуальні модулі автоматизованої системи перевезень удосконалювати саме в такий спосіб.

Одним з оперативних завдань, яке постає перед диспетчерським апаратом є ритмічне та рівномірне просування поїздів по напрямках. З цією метою диспетчери на основі свого досвіду разом з машиністами локомотивів розробляють та постійно моніторять стратегію просування поїздів по залізничних дільницях. Такий підхід дуже енерговитратний з точки зору використання людських ресурсів із-за високого нервового напруження. Разом із цим у результаті помилок виникають непродуктивні простой на залізничних станціях та в певних випадках суттєве зменшення дільничної швидкості.

У якості розв'язання такого становища пропнується застосування контролюючого продукційного правила, яке у базі даних автоматизованого комплексу може бути представленим у вигляді предикату колізії  $\beta_{re}(p_i, p_j, t_n)$ , який в свою чергу на початковому етапі буде мати вигляд:

$$\beta_{re}(p_i, p_j, t_n) \Leftrightarrow (p_i \chi_s p_j) \tau_{(g)}(t_{n-1}) \& (p_j \chi_s p_i) \tau_{(g)}(t_{n+1}),$$

де  $\beta_{re}$  - предикат колізії початкової поїзної ситуації на перегоні;

$p_i, p_j$  - два поїзда, що знаходяться на одному перегоні і прямують один за одним;

$\tau_{(g)}(t_{n-1}), \tau_{(g)}(t_{n+1})$  - моменти часу, що розмежують поїзди при їзді на зелений вогонь, тобто з розмеженням, що найменш трьома блок-дільницями.

Подальші модифікації даного виразу дозволять в реальному режимі часу адекватно відтворювати та корегувати поїзний стан на дільниці. Подальші дослідження будуть спрямовані саме на пошук адекватних варіантів реалізації штучного інтелекту, який стане суттєвою підтримкою оперативному диспетчерському апарату регіональних філій.

[1] Довідник основних показників роботи регіональних філій АТ «Українська залізниця» (2005-2020рр.). - К.: 2021р. - 41с.

[2] Lavrukhin O., Kovalov A., Schevcenko V., Kyman A., Kulova D. Creating a complex criterion for accident consequence assessment in connection with the carriage of dangerous goods by rail // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2019. Vol. 2, Issue 3 (98). P. 25-31.

**УДК 004.8**

## **НЕЧІТКА МОДЕЛЬ КЕРУВАННЯ ФАКТИЧНИМ СТАНОМ НА ОСНОВІ ЛОГІСТИЧНОЇ РЕГРЕСІЇ**

### **A FUZZY MODEL OF ACTUAL STATE MANAGEMENT BASED ON LOGISTIC REGRESSION**

*Лазарєва Н.М., Лазарєв О.В.*

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

На сучасному етапі головним принципом обслуговування є не підтримка бездоганного стану об'єкту, а недопущення відхилення параметрів обладнання до критичних значень, що призводять до порушень функціонування об'єкта або системи. В цьому плані максимально ефективним є інтелектуальне прогнозування стану, засноване на діагностиці та контролі параметрів об'єкту та їх відхилень від нормованого значення з метою прогнозування передаварійних станів.

Завдання полягає у навчанні класифікатора станів, який приймає на вході інформацію про параметри об'єкта та середовища, представлене вектором ознак  $X$  і передбачення ймовірності досягнення передаварійного стану, що характеризується значенням  $y$ .

Щоб перетворити значення з датчиків у вхідний вектор  $X$ , використовується вектор вимірюваних ознак розміром  $n_x$ .

$$X = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{bmatrix}; X \in R^n$$

Нехай поточний вектор ознак  $X$  відповідає стану, який ми хочемо розпізнати. Потрібен алгоритм, що обчислить передбачення  $\hat{y}$ , що є розрахунковим значенням вихідної змінної  $y$ . Формально  $\hat{y}$  визначає ймовірність  $y=1$  при заданому векторі ознак на вході:  $\hat{y} = P(y=1|x)$ , тобто ймовірність передаварійного стану об'єкта контролю.

Маючи вхідний вектор  $X$  визначаємо  $\hat{y}$  як функцію від вхідного вектора. В разі лінійної функції  $y(x) = f(w^T x + b)$ , параметри логістичної регресії:  $X \in R^n$ ,  $w \in R^n$ ,  $b \in R$ .

Для отримання результату ймовірності у проміжку  $[0;1]$ , застосовуємо сигмоїду – нелінійну монотонну S-подібну функцію  $f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} = \frac{e^x}{e^x + 1}$ , зображену на рис.1.

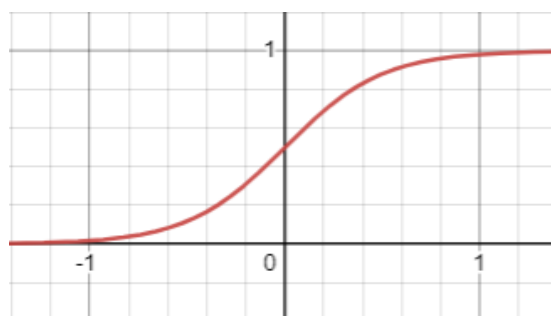


Рис.1 Сигмоїдальна функція

$$\text{Тоді } \hat{y} = y(w^T x + b) = \frac{1}{1 + e^{-(w^T x + b)}}.$$

Завдання полягає у визначенні таких параметрів  $w$  і  $b$ , при яких  $\hat{y}$  буде якомога точніше визначати ймовірність  $y = 1$ , тобто передбачати передаварійний стан контрольованого об'єкта.

Вважаючи, що відомі експериментальні дані залежності  $Y$  від  $X$  у вигляді пар  $(X_r, Y_r)$ ,  $r = 1, m$ , де  $X_r = (x_{r_1}, x_{r_2}, \dots, x_{r_n})$  – вхідний вектор в парі навчаючої вибірки,  $Y_r = (y_{r_1}, y_{r_2}, \dots, y_{r_n})$  – відповідний вихідний вектор.

Для реалізації навчання нейронної мережі одиничний тренувальний зразок представляється парою  $(X, y)$ , де  $X \in R^{n_x}$ ,  $y = \{0, 1, \dots, k\}$ . Отримуємо матрицю ознак  $M_x$  розміром  $n_x \times m$ :

$$M_x = \begin{bmatrix} X^{(1)} & X^{(2)} & \dots & X^{(m)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1^{(1)} & x_1^{(2)} & \dots & x_1^{(m)} \\ x_2^{(1)} & x_2^{(2)} & \dots & x_2^{(m)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_n^{(1)} & x_n^{(2)} & \dots & x_n^{(m)} \end{bmatrix}; M_x \in R^{n_x \times m}$$

Значення еталонного керуючого сигналу записані у вигляді матриці  $Y = [y_1 \ y_2 \ \dots \ y_n]$ ;  $Y \in R^{1 \times m}$ .

Маючи  $m$  тренувальних зразків, тренувальний набір запишеться як  $\{(X^{(1)}, y^{(1)}), (X^{(2)}, y^{(2)}), \dots, (X^{(m)}, y^{(m)})\}$

Достовірна оцінка фактичного стану контрольованого об'єкта, що визначає експлуатаційний ресурс обладнання, сприяє забезпеченню збільшення строків експлуатації та мінімізації ризиків.

[1] Рутковская Д., Пилинський М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. Пер. с польск. И.Д. Рудинского. – М: Горячая линия – Телеком, 2006. 452 с.

[2] Логістична регресія [https://uk.wikipedia.org/wiki/Логістична\\_регресія](https://uk.wikipedia.org/wiki/Логістична_регресія)

[3] Лазарева Н.М., Лазарев О.В., Принципи навчання при нейронечіткому керуванні фактичним станом об'єкта. „Інформаційнокеруючі системи на залізничному транспорті” 35-а міжнародна науково-практична конференція листопад 2022р. Україна Тези стендових доповідей та виступів учасників конференції / ІКСЗТ, 2022 №3 (додаток). С. 59-60.

**УДК 656.072**

## **МЕТОДИКА МОДЕЛЮВАННЯ МІСТКОСТЕЙ ЗУПИНОЧНИХ ПУНКТІВ З ВІДПРАВЛЕННЯ ТА ПРИБУТТЯ ПАСАЖИРІВ**

## **METHOD OF SIMULATING CAPACITIES OF PASSENGER ARRIVAL AND DEPARTURE POINTS**

*Канд. техн. наук., доцент Є.В. Любий, студентка К.А. Литвиненко  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

*Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof. E.V. Liubiy, student K.A. Litvinenko  
Kharkiv National Automobile and Highway University*



Одним із найбільш надійних та розповсюджених методів дослідження пасажиропотоків є табличний метод обстеження міських маршрутів, який забезпечує дослідників інформацією про кількість пасажирів, що ввійшли до салону транспортного засобу (ТЗ) та вийшли з нього на кожному зупиночному пункті (ЗП). Звісно, такої інформації достатньо для вивчення пасажиропотоку на маршрутній мережі (ММ), але за рахунок модифікацій цього методу також існує можливість отримання й значень рейсових кореспонденцій, які є основою для розробки моделей попиту на пересування в містах.

Слід також розуміти, що, наприклад, для міста Харкова, з його великою та потужною ММ охопити обстеженням всю сукупність рейсів практично неможливо, тому одним із можливих варіантів отримання точної та об'єктивної інформації про потреби населення у пересуваннях є проведення вибіркового табличного обстеження пасажиропотоків.

Через достатньо великі масштаби ММ міста Харкова, кількість ТЗ кожного маршруту, в яких можуть знаходитись обліковці в рамках проведення вибіркового дослідження пасажиропотоків, становить лише деяку частину всіх ТЗ на маршруті, іншими словами – обстежується не кожний ТЗ. При цьому загальна кількість обліковців, що задіяні у вибіркового обстеженні пасажиропотоків, становить  $n$ , а кожен обліковець може зафіксувати деякий обсяг необхідної інформації, яка є вибіркою із загальної сукупності рейсових кореспонденцій та пасажиропотоків між ЗП  $i$  та  $j$ . Тому для отримання більш точної оцінки кількості пересування пасажирів за розрахунковий період виникає необхідність моделювання місткостей ЗП для рейсів, які не потрапили в обстеження. Провести таке моделювання можна з використанням методики, що представлена в роботі [1].

У відповідності до цієї методики результати табличного обстеження одного рейсу на маршруті для потоку пасажирів, що здійснюють посадку в ТЗ, представляються у вигляді місткостей ЗП з відправлення  $HO_i$ , а потоку пасажирів, що виходять з ТЗ, представляються місткостями з прибуття  $HP_j$ .

Різні джерела свідчать, що потік пасажирів, які підходять до ЗП являється найпростішим та розподіляється за законом Пуассона [1-3].

Згідно [4, 5] імовірність того, що відбудеться певна кількість вимог визначається за формулою Пуассона, з урахуванням цього, імовірність підходу пасажирів до ЗП за певний проміжок часу можна представити наступним чином:

$$p(HO) = \frac{\lambda^{HO}}{HO!} \cdot e^{-\lambda}. \quad (1)$$

Слід відзначити, що значення параметру  $\lambda$  є відображенням статистичного параметра – математичного очікування, який можна визначити шляхом статистичного аналізу експериментальних даних. При наявності чисельних значень параметру  $\lambda$  існує можливість моделювання кількості пасажирів, що

прибувають до ЗП з диференціацію цих потоків по міських маршрутах [1]. Моделювання можна виконувати в програмному продукті *MS Excel* з використанням «Пакету аналізу» та його налаштування «Генерація випадкових величин».

Параметр  $\lambda$  є середнім значенням інтенсивності підходу пасажирів до ЗП, які були отримані за результатами вибіркового обстеження. Враховуючи коефіцієнти нерівномірності пасажиропотоків за годинами доби це середнє значення використовується для моделювання місткостей ЗП рейсів, які не потрапили у вибіркоче обстеження пасажиропотоків.

Слід відзначити, що такий підхід отримання недостатньої інформації є достатньо ефективним при моделюванні попиту на пересування населення в містах, оскільки на фінальному етапі формування матриці кореспонденцій є можливість її калібрування на основі інформації, що отримана за рахунок обстеження роботи громадського транспорту. Найчастіше для калібрування моделей попиту на пересування використовуються значення фактичних пасажиропотоків на ділянках ММ або обсяги перевезення пасажирів (рейсові, добові тощо).

В свою чергу, в переважній кількості випадків, оцінити точність моделювання місткостей ЗП при вирішенні завдання дослідження закономірностей розподілу пасажиропотоків по годинах доби, на ділянках ММ і т. ін. навіть для одного маршруту, не є можливим, оскільки відсутня порівняльна база, тобто фактичні дані про розподіл пасажиропотоків.

[1] Гончаренко С.Ю. Визначення попиту на послуги пасажирського маршрутного транспорту в середніх містах: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук.: 05.22.01. Харків, 2017. 22 с.

[2] Staying time of last arrived traveler before given time in Poisson Process : Mathematics. URL : <https://math.stackexchange.com/questions/2381123/staying-time-of-last-arrived-traveler-before-given-time-in-poisson-process> (дата звернення 06.11.2022 р.).

[3] A. Narendra, S. Malkhamah, B. M. Sopha. Distribution pattern of public transport passenger in Yogyakarta, Indonesia. *AIP Conference Proceedings 1941*. 2018. 020053. <https://doi.org/10.1063/1.5028111>.

[4] Литвинов А.Л. Теорія масового обслуговування. Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2018. 141 с.

[5] Дудник І.М. Вступ до загальної теорії систем. Київ: Кондор, 2009. 205 с.

УДК 656.222.4

## ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ КЛЮЧОВИХ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ НА ЗАЛІЗНИЦІ

### USING KEY PERFORMANCE INDICATORS ON THE RAILWAY

*Канд. техн. наук О.А. Малахова<sup>1</sup>, аспірант М.Д. Попов<sup>1</sup>*

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

*Cand. Sc.(Tehn.) O. Malakhova<sup>1</sup>, Graduate student M. Popov*

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

Щоб сьогодні залишатися конкурентоспроможними, компаніям потрібно вимірювати різні ключові показники ефективності роботи (KPI) з метою подальшого удосконалення. Розрахунок KPI дозволяє виявляти та вирішувати конкретні проблеми, що призводять до зайвих витрат або погіршення якості обслуговування клієнтів, раціонально використовувати інфраструктуру та транспортні засоби, незалежно від певного ринку, який вони обслуговують.

Такі показники ефективності (KPI), як надійність роботи технічних засобів, доступність інфраструктури, ремонтпридатність, безпека руху, місткість колій, пунктуальність прибуття, відправлення та інші, постійно застосовуються менеджерами інфраструктури для виявлення чинників, що впливають на зниження якості роботи. Вимірювання показників дає можливість зібрати дані, але оскільки вихідні дані самі по собі не дають жодної інформації, вони повинні аналізуватися, перевірятися та перетворюватися на інформацію в правильному форматі для прийняття подальших рішень. Важливіше знати динаміку показника та як поточні дані співвідносяться у порівнянні зі значенням того ж самого показника за попередній період.

Кожна організація сама вирішує, які стандарти чи рамки використовувати. Однак добре відомими стандартами є KPI європейського стандарту EN 15341[1]. Використання стандартизованих показників має ряд наступних переваг, які перелічені у дослідженні [2]. Наприклад, для логістичних компаній важливими є показники: кількість навантажених тон вантажів, своєчасність доставлення, кількість позапланових відвантажень, кількість відправлень, коефіцієнт використання складської площі тощо.

Показники ефективності за стандартом EN 15341 згруповано у три категорії: економічні, технічні та організаційний. Окрім категорією виділяють показники охорони здоров'я та безпеки довкілля [1].

До управлінських технічних показників відносяться: доступність (пунктуальність прибуття, затримання поїздів, тимчасові обмеження швидкості на лінії тощо); ремонтпридатність (середній час ремонту, середній час ремонту окремого елемента); пропускна спроможність (обсяг трафіку, використання пропускної спроможності); комфорт під час поїздки; загальна ефективність обладнання; термін експлуатації.

До управлінських організаційних: управління технічним обслуговуванням (частка профілактичного обслуговування, затримка технічного обслуговування тощо); облік збоїв (збої в інфраструктурі з невідомої причини).

До управлінських економічних показників відноситься розподіл коштів, а саме витрати на технічне обслуговування, ремонтні роботи.

До управлінських показників охорони здоров'я та безпеки довкілля відносяться такі категорії: здоров'я (невиходи на роботу персоналу, текучість кадрів); загальна безпека (смерті та поранення, аварії на залізничних переїздах, аварії за участю залізничного транспорту; безпека технічного обслуговування (аварії та інциденти при технічному обслуговуванні, сходи з рейок); охорона навколишнього середовища (екологічні аварії та інциденти внаслідок несправності, споживання енергії на одиницю площі).

На залізницях України планування, виконання та аналіз показників виконують відповідно до місячних технічних норм експлуатаційної роботи, які регламентують роботу залізничного транспорту в кількісному та якісному відношенні і забезпечують визначений рівень використання технічних засобів. Технічні норми виражаються у вигляді певної системи показників, що дозволяє раціонально використовувати технічні засоби, інфраструктуру та своєчасно впливати на ефективність роботи транспортної системи в цілому. Однак, сучасна система показників ефективності має бути більш гнучкою, для можливості визначення відповідності результатів встановленим цілям обслуговування клієнтів, реінвестицій, підтримки прийняття рішень і порівняльного аналізу. Таким чином, перелічені показники можуть використовуватися менеджерами інфраструктури для перегляду та вдосконалення системи вимірювання ефективності. Це також забезпечує основу для можливої майбутньої стандартизації залізничних показників.

[1] CEN, "EN 15341: Maintenance - Maintenance Key Performance Indicators". / European Committee for Standardization, Brussels, 2007.

[2] Stenström C., Parida A., Galar D. Performance indicators of railway infrastructure. / International journal of railway technology. 2012. Vol. 1. P 1-18.

**УДК 656.21**

## **ВПЛИВ ЗАТРИМОК НА ГРАФІК РУХУ ПАСАЖИРСЬКИХ ПОЇЗДІВ**

### **INFLUENCE OF DELAYS ON THE MOTION SCHEDULE PASSENGER TRAINS**

*Канд. техн. наук О.А. Малахова<sup>1</sup>, аспірант Х.О. Жиленко<sup>1</sup>*

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

*Cand. Sc. (Tehn.) O. Malakhova<sup>1</sup>, Graduate student Kh. Zhylenko*

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

В Україні пасажирські залізничні перевезення мають особливе значення. Для української транспортної системи характерним є перевезення пасажирів переважно автомобільним та залізничним транспортом. Авто і залізничні перевезення, крім міського складають близько 99% від загальних пасажирських перевезень. Однак, якщо за кількістю перевезених пасажирів автомобільний транспорт випереджає залізничний, то виконані пасажиро – кілометри вище у залізничного транспорту [1]. Це свідчить про переваги у перевезеннях автомобільним транспортом на короткі відстані (до 500 км), а вище 500 км (міжміські і міжнародні) – залізничним. На залізницях Європи у період з 2015 по 2019 рік попит на перевезення пасажирів постійно зростав, що призвело до загального збільшення на 10,7 % з 2015 по 2019 рік, коли було зареєстровано піковий показник 416 мільярдів пасажиро – кілометрів (п.км). Ця висхідна

тенденція різко змінилася у 2020 році з поширенням пандемії Covid-19, але стабілізувалася протягом 2021-2022 років [2].

Проблема підвищення швидкості руху пасажирських поїздів повинна стати одним з найважливіших аспектів соціальної політики держави, а транспортні проекти і програми у сфері пасажирських перевезень повинні сприйматися не як комерційні заходи, а як проекти макроекономічного рівня. Таким чином, при виборі часу відправлення пасажирських поїздів всіх категорій потрібно враховувати не тільки інтереси транспорту (перевізника), а й інтереси пасажирів як споживача дорогої послуги.

Пунктуальність у відправленні та прибутті поїздів сильно залежить від експлуатаційних проблем, таких як прийнятий трафік руху (пакетний, пачковий, звичайний), насиченість графіку по періодах доби, випадки браку у роботі, проблеми з технічним обслуговуванням або іншими операційними послугами. Ці чинники входять до загального показника ефективності, а також впливають на пунктуальність наданої послуги. Одне з ранніх досліджень з причин ненадання якісних залізничних послуг проводили Хіггінс та інші [3], які згрупували у відповідні типи затримок. Перша категорія - це вторинні затримки, викликані уповільненням руху після первинної затримки або зупинки поїзда внаслідок первинної затримки. Друга категорія - це затримки, обумовлені технічною несправністю пасажирського поїзда. Третя категорія, яка називається «Термінал/Графік», включає затримки, що відбуваються на пасажирських (технічних) станціях або терміналах. Це проста категоризація причин затримок, але вона дуже практична і справді представляє пов'язані основні причини.

Існують різні моделі та рішення, які дозволяють контролювати затримку. Головне питання при затримках – порядок відправлення поїздів зі станцій: першими відправляються графікові чи затримані поїзди, створюючи умови вторинних затримок для графікових поїздів?

Таким чином планується розроблення моделі, що дозволить враховувати інтереси перевізника (скорочення первинних і вторинних затримок та експлуатаційних витрат з ними пов'язаних) і пасажирів. Досі у доступних моделях передбачалося, що пасажирів обирають такі самі маршрути та категорії поїздів, які вони планували, тобто, якщо вони не відправляються своєчасно, то їм потрібно очікувати повний проміжок часу до прибуття затриманого поїзда. Це припущення на практиці не завжди виконується. Часто при неможливості своєчасного відправлення пасажир може обрати інший маршрут або навіть змінити вид транспорту, що може призвести до втрати привабливості залізниць.

[1] Державна служба статистики України. – Режим доступу: <https://www.ukrstat.gov.ua/ro> - Дата звернення (10.10.2022).

[2] Eurostat. Your key to European statistics. - Режим доступу: <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database> . - Дата звернення (10.10.2022).

[3] A. Higgins et al. Modelling delay risk associated with train schedules. / Transportation Planning and Technology. Vol 19. Pp. 89-108. 1995.

**ФОРМАЛІЗАЦІЯ ПЕРЕВІЗНОГО ПРОЦЕСУ В УМОВАХ  
НЕДИСКРИМІНАЦІЙНОГО ДОСТУПУ ДО ІНФРАСТРУКТУРИ  
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**FORMALIZATION OF THE TRANSPORTATION PROCESS UNDER THE  
CONDITIONS OF NON-DISCRIMINATION ACCESS TO THE RAILWAY  
TRANSPORT INFRASTRUCTURE**

*Д.т.н., професор В.І. Мацюк*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України  
(м. Київ)*

*DrSc (engin.), Professor Viacheslav Matsiuk*

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (Kyiv)*

Історично склалось, що найбільш інтенсивний та вантажонапружений період функціонування залізничного транспорту України припадає на період централізованого управління вагонним і локомотивним парками та залізничною інфраструктурою. Саме для таких організаційних принципів транспортного виробництва були розроблені основні моделі організації вагонопотоків, типові технологічні процеси роботи станцій, депо та інших лінійних підрозділів [2, 5]. І врешті в зазначеному сенсі отримали свій розвиток наука та практика надійності перевізного процесу.

У більшості наукових працях надійність перевізного процесу розглядалась як надійність технічної (внутрішньої експлуатаційної) роботи залізничних транспортних систем [1, 3, 4, 6]. Однак на сучасному етапі свого розвитку залізниць перевізний процес ускладнюється децентралізацією управління вагонним парком, оскільки приватні компанії (перевізники) отримали можливість доступу до використання інфраструктури при організації власних вагонопотоків.

Крім суто технологічних конфліктів, що виникають у роботі залізничних станцій та напрямків (наприклад у взаємодії станцій та прилеглих дільниць, функціонування та взаємодія технологічних ліній у структурі сортувальних станцій) виникають умови для додаткових відмов у роботі. Наприклад порушення у технологічних процесах чи виконанні графіка руху поїздів у наслідок зниження ритмічності поїздоутворення. Залізниця (як власник залізничної інфраструктури) повинна забезпечувати безвідмовність та працездатність залізничних транспортних систем в умовах ще більшої непередбачуваності.

Таким чином сучасний ринок залізничних перевезень представляє собою з одного боку – оператора інфраструктури, задачею якого є організація ефективної експлуатації залізничної інфраструктури:

$$N_{инфр} = \left\{ \left\{ N_{инфр1} : N_{инфр1} \right\}, \left\{ N_{инфр2} : N_{инфр2} \right\}, \left\{ N_{инфр3} : N_{инфр3} \right\}, \dots, \left\{ N_{инфр m} : N_{инфр m} \right\} \right\}, m = 1, 2, \dots, M$$

де  $N_i$  – множина розмірів руху всіх категорій поїздів;  
 $N_1:N_1, N_2:N_2, N_3:N_3, \dots, N_m:N_m$  – підмножини розмірів руху різних категорій поїздів,  $m \in M$ ;  
 $M$  – кількість підмножин (категорій поїздів) елементів множини  $N_{инфр}$ ;

і з другого боку – множину перевізників – користувачів цієї інфраструктури:

$$N_{п.} = \sum_{i=1}^I N_{п.i}, i = 1, 2, \dots, I,$$

$$N_{п.i} = \left\{ \{N_1 : N_1\}_i, \{N_2 : N_2\}_i, \{N_3 : N_3\}_i, \dots, \{N_m : N_m\}_i \right\}, m = 1, 2, \dots, M,$$

Де  $N_{п.i}$  – підмножина розмірів руху всіх категорій поїздів, що потребує організації  $i$ -го перевізника;  
 $N_1:N_1, N_2:N_2, N_3:N_3, \dots, N_m:N_m$  – підмножини розмірів руху різних категорій поїздів  $i$ -го перевізника,  $m \in M$ ;  
 $I$  – кількість підмножин (категорій поїздів) елементів множини  $N_{п.i}$ .

Справедливим є те, що:

$$\left\{ \begin{array}{l} N_{инфр} \geq N_{п.} \\ \{N_{инфр1} : N_{инфр1}\} \geq \sum \{N_1 : N_1\}_i \\ \{N_{инфр2} : N_{инфр2}\} \geq \sum \{N_2 : N_2\}_i \\ \dots \\ \{N_{инфр m} : N_{инфр m}\} \geq \sum \{N_m : N_m\}_i \end{array} \right.$$

Нова модель організації перевезень ускладнює існуючий раніше перевізний процес, оскільки до суто внутрішніх (технологічних) конфліктів додаються конфлікти перевізників, кожний з яких претендує на використання інфраструктури у власних комерційних інтересах.

Враховуючи зазначене, питання надійності перевізного процесу набуває ще більшої актуальності: збільшення елементів у транспортній системі як правило призводить до зменшення рівня надійності та безвідмовності у її роботі. Нові учасники перевізного процесу отримали можливість безпосереднього втручання до поїздоутворення, а отже й впливу на надійність внутрішньої (експлуатаційної) роботи залізниць.

1. Matsiuk V. A study of the technological reliability of railway stations by an example of transit trains processing [Text] / V. Matsiuk // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies: Control processes. – 2017. – Vol. 1. P. 12-17.
2. Бутко Т. В. Анализ научных исследований в области проблемы управления пропускной способностью железнодорожной инфраструктуры / Т.В. Бутко, А.В. Прохорченко // Железнодорожный транспорт Украины, 2015, 18-24 С.

3. Мацюк В. І. Дослідження повної та систематичної технологічних відмов залізничних станцій [Текст] / В. І. Мацюк // Збірник наукових праць Державного економіко–технологічного університету транспорту. Серія: Транспортні системи і технології. – 2017. – Вип. 30. – С. 226-236.
4. Мацюк В. І. Дослідження технологічної надійності парків технічних станцій дискретно–подієвим моделюванням [Текст] / В. І. Мацюк// Збірник наукових праць Державного економіко–технологічного університету транспорту. Серія: Транспортні системи і технології. – 2015, № 26 – 27. – С. 268 – 272.
5. Прохорченко А. В. Передумови розроблення нових методів управління пропускнуою спроможністю залізничної інфраструктури в умовах реформування залізничного транспорту України / А. В. Прохорченко // Збірник наукових праць УкрДУЗТ, 2015, вип. 156, 82 – 87 С.
- Прохорченко А. В. Удосконалення методики розрахунку пропускнуої спроможності залізничної інфраструктури на основі обліку експлуатаційної надійності системи перевезень / А. В. Прохорченко, О. М. Воленюк // Збірник наукових праць УкрДАЗТ, 2014, вип. 146. 91-95 С.

**УДК 656.1**

## **ІНТЕГРОВАНІ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ РУХОМ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ**

### **INTEGRATED SYSTEMS OF MONITORING AND MANAGEMENT OF ROAD TRANSPORT TRAFFIC**

*канд. техн. наук, доц. Г.І. Нестеренко<sup>1</sup>, канд. техн. наук М.І. Музикін<sup>1</sup>,  
К.А. Герасюта<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Український державний університет науки і технологій (м. Дніпро)*

<sup>2</sup>*Університет митної справи та фінансів (м. Дніпро)*

*PhD (Tech.), Associate professor H. I. Nesterenko<sup>1</sup>, PhD (Tech.) M. I. Muzykin<sup>1</sup>,  
K.A. Herasiuta<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Ukrainian State University of Science and Technologies (Dnipro)*

<sup>2</sup>*University of Customs and Finance (Dnipro)*

Моніторинг – постійно організоване спостереження за будь-яким процесом, відстеження його ходу за певними показниками. Завдання моніторингу під час здійснення контролю забезпечити зворотний зв'язок. Результати моніторингу мають бути доступними.

Ряд підприємств та компаній зіткнулися з проблемами, що стосуються з нецільовим використанням транспорту [1, 2] – це крадіжки палива, нерационально прокладені маршрути, тривалі простої, які практикують водії, що працюють за системою почасової оплати і т. і. Тим самим на допомогу була створена система моніторингу транспорту, яка дозволяє значно знизити витрати утримання автопарку.

Впровадження систем супутникового моніторингу дозволяє отримувати потрібну інформацію про транспортний засіб, а саме: місце розташування, пробіги, стоянки, простої, витрати палива та інші параметри, що допомагають побудувати систему автоматизованого обліку транспорту, виключивши його нецільове використання.



Система супутникової навігації надає: контролювання реального витрачання палива; робить оптимальний розрахунок будь-якого маршруту; запобігання махінаціям з паливом на заправках; запобігання зливам палива; попереджає про "власні" поїздки водія у своїх справах за рахунок компанії.

Також система моніторингу підвищує безпеку співробітників і вантажів, що перевозяться, та ефективність управління компанією в цілому [2].

Усі системи моніторингу транспорту складаються із трьох основних елементів: датчик рівня палива, термінал, сервер. Датчик встановлюється у бак, а термінал у кабінку. Термінал отримує інформацію від вбудованого GPS модуля, датчика рівня палива та штатного обладнання транспортного засобу. Дані передаються на сервер, за допомогою стільникового зв'язку. Клієнт отримує дані сервера за допомогою клієнтської програми (Рис.1).

Датчики рівня палива. Галузевим стандартом у сфері контролю палива є датчик рівня палива. Цей тип датчика отримав загальне визнання за ряд переваг: по-перше, датчик не втручається у роботу паливної системи; по-друге, він дозволяє контролювати всі види палива.

Термінал. Термінал дозволяє визначати: маршрут, пробіг та швидкість. Для більшої інформації потрібно вивчати можливості конкретної моделі. Перерахуємо найбільш затребувані функції: контроль витрати палива, навантаження двигуна та мотогодин, контроль навісного обладнання, ідентифікація водія, підключення бортового комп'ютера.



Рис. 1. Система моніторингу транспорту

Функції терміналу: визначити координати та час за GPS; прийняти інформацію з підключених датчиків; зібрати всі дані в пакет і надіслати його на сервер. Крім цього, термінал повинен вміти зберігати повідомлення в пам'яті за відсутності сигналу GSM і передавати на сервер при відновленні сигналу.

Сервер. Дані, отримані від терміналів, зберігаються на сервері. Розміщення сервера можливе локально у клієнта або у хмарі у виробника системи. При роботі зі звичайним сервером клієнт має можливість отримувати дані з будь-якого пристрою, де є інтернет. Надійність і швидкість сервера хмари вище, ніж у локального. Стандартно, за замовчуванням, інформація зберігається від трьох місяців до двох років, але, по бажанню, цей термін можна збільшити до нескінченності.

Завдання сервера: прийом повідомлень від терміналів; збереження повідомлення в базі; видача інформації диспетчерській програмі по запиті.

Також однією із переваг моніторингової системи є те, що при відсутності GPS сигналу система моніторингу все одно продовжує свою роботу.

Система моніторингу транспорту працює за допомогою GPS, надаючи інформацію щодо розташування автомобіля, стану його паливного бака та здійсненого пробігу. Таким чином, за допомогою систем супутникового моніторингу, є можливість бути в курсі пройденої відстані за добу, а також можливих відхилень від маршруту та недоцільної витрати бензину.

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

[2] Нестеренко Г. І., Коновалова Д. В. Аналіз організації дорожнього руху в Німеччині. *Збірник тез Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів і молодих вчених «Молода Академія 2022»*. Том 2. Дніпро : УДУНТ, 2022. С. 44.

**УДК 656.2**

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА**

### **IMPROVEMENT OF THE EFFICIENCY OF TRANSPORT AND WAREHOUSE ACTIVITIES OF THE ENTERPRISE**

*канд. техн. наук, доц. Г.І. Нестеренко<sup>1</sup>, канд. техн. наук М.І. Музикін<sup>1</sup>,  
докт. іст. наук, проф. О.Г. Стрелко<sup>2</sup>, І. Оксенюк<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Український державний університет науки і технологій (м. Дніпро)*

<sup>2</sup>*Державний університет інфраструктури та технологій (м. Київ)*

*PhD (Tech.), Associate professor H. I. Nesterenko<sup>1</sup>, PhD (Tech.) M. I. Muzykin<sup>1</sup>,  
D.Sc. (Hist.), Professor O. H. Strelko<sup>2</sup>, I. Oksenyuk<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Ukrainian State University of Science and Technologies (Dnipro)*

<sup>2</sup>*State University of Infrastructure and Technologies (Kyiv)*

Транспортно-складські комплекси – це сукупність транспортно-перевантажувальних і складських приміщень, призначених для доставки товарів від постачальників до споживачів при розподілі промислово-технічної продукції, промислової та харчової продукції.

Сучасний рівень розвитку суспільного виробництва та ринкової економіки характеризуються прагненням до комплексного вирішення проблем вивчення потреб ринків у товарах, їх виготовлення, розподілу, доставки та реалізації споживачам. Це призводить до необхідності проектування та експлуатації промислових, комерційних і транспортних підприємств не ізольовано один від одного, а разом на ранніх етапах їх створення. Таким чином, виникають складні

логістичні ланцюги або системи, що складаються з виробничих, транспортних і торговельних підприємств і складів різного типу і призначення.

Загальна система управління логістичною інфраструктурою підприємства в широкому розумінні розглядається, як сукупність двох підсистем, які мають певні зв'язки та відношення між собою: підсистема зовнішнього управління логістичною інфраструктурою підприємств; підсистема внутрішнього управління логістичною інфраструктурою підприємства, що досліджується.

Щодо організації збуту, то основним етапом процесу формування комплексу заходів щодо організації збутової політики є аналіз потреб і можливостей конкурентів, а також їх співставлення з виробничо-збутовими можливостями підприємства. При цьому підприємство повинне орієнтуватися на свого цільового споживача, тобто на ту сукупність покупців, задоволення потреб яких дозволить йому досягти поставлених цілей.

З метою оптимального співвідношення витрат і доходів пошук економічних компромісів слід шукати на стратегічному, організаційному та оперативному рівнях. Здійснені на підставі логістичного підходу, економічні компроміси дозволяють мінімізувати сумарні витрати і підвищують в кінцевому результаті прибуток фірми [1].

У зв'язку з цим все більшої уваги заслуговують підприємства, які застосовують у своїй діяльності досвід координації закупівель, збуту і перевезень, заснований, головним чином, на концентрації взаємопов'язаних функцій зі складування та транспортування в єдині служби, під єдиним керівництвом. На відміну від старих методів ізольованого управління вантажними перевезеннями та складським господарством, в цих фірмах здійснюється перехід до скоординованого управління вантажопотоками.

Основною метою управління транспортно-складською діяльністю в ланцюгах поставок є підвищення якості обслуговування клієнтів за умов оптимізації транспортних, складських та інших пов'язаних з ними витрат [2].

При цьому, транспортно-складська діяльність підприємства базується на дотриманні ключових принципів логістики в ході обслуговування ланцюгів поставок, завдяки чому досягається реалізація оптимального рівня транспортно-складських процесів і операцій, інтеграція операторів логістичного ринку [3]. Це, в свою чергу, створює синергетичний ефект, який знаходить своє відображення у підвищенні показників ефективності транспортно-складської діяльності.

Таким чином, транспортно-складський процес являє собою складну сукупність взаємопов'язаних логістичних операцій, які повинні виконуватися у визначеній послідовності за умов дотримання ключових принципів логістики.

Транспортна логістика вирішує велике коло завдань, серед яких в якості основних можна виділити вибір способу транспортування і транспортного засобу, визначення раціональних маршрутів доставки, спільне планування транспортних процесів на різних видах транспорту (в разі змішаних перевезень), процедуру транспортування.

На великих і середніх промислових і торговельних підприємствах набувають зростаючого значення структурні підрозділи, які реалізують

логістичні підходи в управлінні, а саме з управління матеріалопотоками, комерційної логістики, розподілу та логістики, логістики маркетингу і т. і. На практиці багато компаній здійснюють перебудову всього управління з метою адаптації організаційної структури до багатопрофільної функції логістики.

Розвиток транспортних комунікацій і транспортних засобів, підвищення ролі складських підприємств в управлінні поточковими процесами, ускладнення ринкових відносин і динамічність зовнішнього середовища обумовлюють створення транспортно-складських логістичних систем, які відрізняються високою комплексністю послуг і швидкою адаптацією до кон'юнктури ринку.

[1] Бех П. В., Нестеренко Г. І., Музикіна С. І., Лашков О. В., Музикін М. І. Шляхи підвищення конкурентоспроможності залізничного транспорту в сучасних умовах. *Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. тр-ту*. 2015. Вип. 59. С. 25-36.

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

[3] Литвиненко С. Л., Яновський П. О., Нестеренко Г. І., Габрієлова Т. Ю. Науково-методичні засади виробничо-логістичної діяльності підприємств транспорту : Монографія. Видавничий дім «Кондор», 2018. 260 с.

**УДК 629.4:004.42**

## **DYNRAIL TA DYNRAIL-PRO ЯК АЛЬТЕРНАТИВНИЙ ІНСТРУМЕНТ У МОДЕЛЮВАННІ ДИНАМІКИ РЕЙКОВИХ ЕКІПАЖІВ**

### **DYNRAIL AND DYNRAIL-PRO AS AN ALTERNATIVE TOOLS IN THE SIMULATION OF RAIL CARS DYNAMICS**

*Канд. техн. наук, С.С. Мямлін*

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

*PhD (Tech), S.S. Myamlin*

*Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Як відомо, розвиток технічних засобів транспорту нерозривно пов'язаний із створенням нових та вдосконаленням існуючих конструкцій. При цьому важливим етапом створення конструкцій засобів транспорту є теоретична чи розрахункова оцінка основних технічних та функціональних характеристик на етапі проектування, оскільки необхідно підтвердити правильність обраних інженерних рішень або внести корективи до параметрів конструкції з метою досягнення необхідних технічних характеристик. Тому науково-технічні розробки, які пов'язані зі створенням засобів розрахунку для теоретичних досліджень параметрів конструкцій засобів транспорту, є актуальними та цікавими не тільки для конструкторських та інжинірингових організацій, але й для машинобудівних підприємств. Особливо це актуально при створенні рейкових транспортних засобів, або рейкових екіпажів, оскільки даний тип транспортних засобів має особливі умови взаємодії між колесами та рейками, що суттєво

впливає на методи та засоби теоретичної оцінки технічних характеристик таких конструкцій.

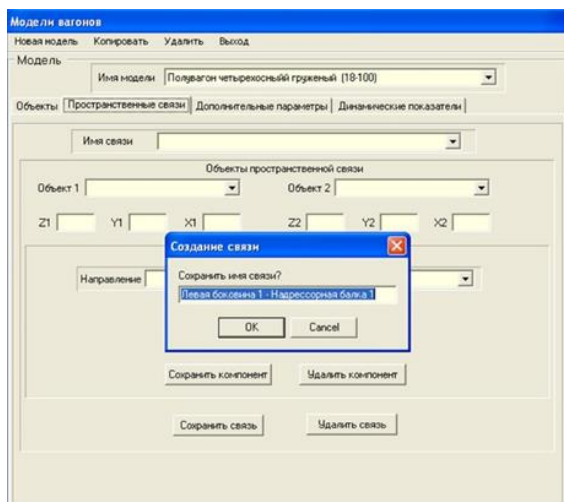


Рис.1 Приклад інтерфейсу програми DYNRAIL

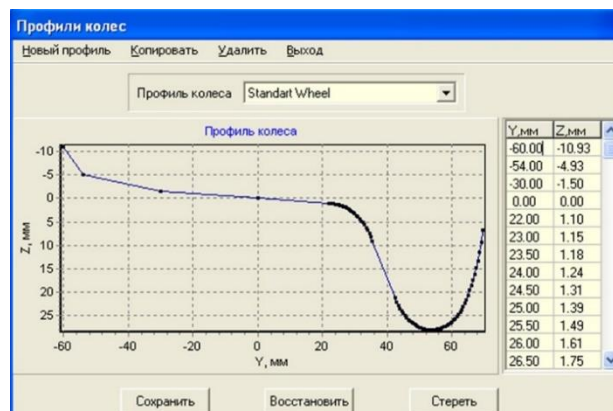


Рис.2 Меню для налаштування профілів колісних пар DYNRAIL-PRO

Тому автором пропонується комплекс комп'ютерних програм DYNRAIL і DYNRAIL-PRO рис. 1 і 2, які дозволяють здійснювати моделювання динаміки рейкових екіпажів, що рухаються інерційною, пружно-в'язкою, дисипативною залізничною колією. Даний програмний комплекс також, як і деякі із вже існуючих, наприклад (PATRAN, ANSYS, ADAMS та інші), є універсальним програмним засобом для формування математичних моделей рейкових транспортних засобів і проведення подальших теоретичних досліджень динамічної навантаженості рейкових екіпажів на прямолінійних і криволінійних ділянках залізничної колії. Даний програмний комплекс, на відміну від аналогічних, передбачає облік поздовжньої динаміки поїзда у разі дослідження руху рейкових екіпажів не лише в одиночному вигляді, а й у складі зчепу чи поїзда. Ця відмінність істотно доповнює розрахункові схеми рейкових екіпажів, що розглядаються, і максимально наближає до реальних фізичних об'єктів, що дозволяє підвищити достовірність оцінки конструкції рейкового транспортного засобу, що розглядається.

Таким чином, запропонований автором комплекс комп'ютерних програм DYNRAIL і DYNRAIL-PRO може виступати, як альтернативний сучасний програмний продукт для моделювання динаміки рейкових екіпажів та допомогти у вирішенні таких задач, як, наприклад: моделювання силових динамічних навантажень, деформацій з'єднань, переміщень елементів конструкцій рейкових екіпажів, що виникають під час їх руху залізничною колією з вертикальними та горизонтальними нерівностями рейкових ниток.

**УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПАРКОМ  
ЛОКОМОТИВІВ ЗА РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**IMPROVEMENT OF THE LOCOMOTIVE PARK MANAGEMENT  
SYSTEM THROUGH IMPLEMENTATION OF INTELLIGENT  
TECHNOLOGIES**

*Канд. техн. наук О.Б. Очкасов, М.В. Очеретнюк  
Український державний університет науки та технологій (м. Дніпро)*

*Cand. Sc.(Tehn.) O. Ochkasov, M. Ocheretniuk  
Ukrainian State University of Science and Technology (Dnipro)*

Під системою управління парком локомотивів розуміють процеси які пов'язані з життєвим циклом локомотивів а саме з експлуатацією, технічним обслуговуванням та ремонтом на підприємстві.

Залізничні транспортні підприємства щороку витрачають значні ресурси для розробки та впровадження систем управління парками локомотивів з метою мінімізації витрат на життєвий цикл локомотивів.

Удосконалення системи управління парком локомотивів в Україні є актуальним питанням сьогодення, що визначається зростанням кількості відмов в роботі локомотивів, внаслідок чого відбувається значне збільшення витрат на ремонт локомотивного парку та зменшення прибутку підприємства через незаплановані та тривалі простой локомотивів у ремонті.

Одним з напрямків удосконалення системи управління локомотивним парком є створення цифрового двійника локомотивного депо за допомогою імітаційного моделювання, з метою оцінки безпосереднього впливу чинників життєвого циклу локомотива на роботу локомотивного депо [1]. Створення цифрового двійника локомотивного депо дозволяє проводити моделювання роботи підприємства враховуючи задані умови та показники експлуатації локомотивів, а саме, кількість локомотивів та ремонтних позиції, міжремонтні пробіги, час виконання ремонту, технічний стан локомотива та інше.

Для визначення індивідуального технічного стану локомотивів доцільно використовувати підходи методології RCM.

Методологія RCM (Reliability-centered maintenance) – це стратегія управління технічним обслуговуванням та ремонтом технічних об'єктів, головним принципом якої є недопущення відхилення параметрів стану обладнання до тих значень, які призводять до порушення функціонування об'єкта або системи [2]. Методологія RCM дозволяє виконувати аналіз зміни експлуатаційних показників обладнання локомотивів з метою прийняття рішень щодо проведення технічного обслуговування або ремонту.

Ключовим моментом RCM є визначення характеристик обладнання, видів, причин та наслідків відмов обладнання з метою визначення експлуатаційних показників які контролюються під час технічного огляду та ремонтів [3].

Поєднання цифрового двійника локомотивного депо та методології RCM у єдиній системі дає змогу оцінювати залишковий ресурс обладнання локомотивів та проводити планування термінів технічного обслуговування та ремонту з урахуванням технічної надійності обладнання локомотивів. Даний підхід дозволяє проводити миттєву оцінку та планування управління парком локомотивів на визначеному проміжку часу, планування роботи підприємства в частині завантаженості ремонтних підрозділів, своєчасного забезпечення матеріалами та запасними частинами що дозволяє зменшити витрати на життєвий цикл локомотивів за рахунок своєчасного технічного обслуговування та ремонту.

[1] Ochkasov, O., Ocheretniuk, M., Skvireckas, R. Approaches to the Improving the Locomotive Fleet Management System. Transport Means - Proceedings of the International Conference, 2021, 2021-October, pp. 1054–1058.

[2] <https://www.it.ua/knowledge-base/technology-innovation/reliability-centered-maintenance-rcm-ii>

[3] Reliability-Centered Maintenance Methodology and Application: A Case Study. Islam H. Afefy. Engineering, 2010, 2, 863-873.

**УДК 656.22**

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МІЖНАРОДНИХ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ОСНОВІ СУЧАСНИХ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ**

### **IMPROVING THE TECHNOLOGY OF INTERNATIONAL RAIL TRANSPORTATION BASED ON MODERN TECHNICAL MEANS**

*канд. техн. наук., Л.О. Пархоменко<sup>1</sup>,  
Д.В. Збукар<sup>1</sup>, К.Ю. Головко<sup>1</sup>, Б.Д. Рябков<sup>1</sup>*

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

*L.O. Parkhomenko<sup>1</sup>, PhD (Tech.),  
D.V. Zbukar<sup>1</sup>, K.Yu. Holovko<sup>1</sup>, B.D. Riabkov<sup>1</sup>*

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

30 травня 2018 року Кабінет Міністрів України схвалив Національну транспортну стратегію на період до 2030 року. Стратегія визначає розвиток транспортної та інфраструктурної галузей на наступні роки "Drive Ukraine-2030". Документ був амбітно кваліфіковано як «велика інфраструктурна революція», яка виведе Україну на новий рівень якості транспорту та пов'язаної з ним інфраструктури. Той факт, що назва офіційного урядового документу Україна була обрана не державною а саме міжнародною англійською мовою, недвозначно натякає на прагнення нашої держави до швидкої та щільної інтеграції транспортної системи України і транспортної системи об'єднаної

Європи. За словами міністра інфраструктури України Володимира Омеляна, стратегічною метою є інтеграція України у світову економіку з технологічним стрибком у сфері інфраструктур.

В Азовсько-Чорноморському басейні та дельті Дунаю працюють 13 морських портів, а їх загальна вантажопідйомність становить приблизно 230 мільйонів тонн на рік. По всій території держави простягнуто 1569,4 км судноплавних шляхів. Є розвинена мережа поромних сполучень і морських контейнерних ліній, що забезпечують сполучення України з країнами-партнерами в Чорноморському регіоні. Залізнична мережа України є однією з найбільших в Європа і простягається на 20951,8 км, з яких 9926,4 км (47,4 %) є електрифікованими залізничними лініями. Україна є транзитним транспортним «містком», який з'єднує країни Європи з Азією та Америкою. Через Україну проходить певна кількість міжнародних транспортних коридорів: Пан'європейські транспортні коридори III, V, VII, IX; коридори Організації Взаємодія Залізниць (ОСЖД) 3, 4, 5, 7, 8, 10; розширений TEN-T, а також частина транспортного коридору Європа-Кавказ-Азія (TRASECA). За таких умов а також на фоні постійного зростання транзитних контейнерних перевезень гостро постає проблема забезпечення належного рівня інтероперабельності залізничних систем України та прикордонний країн Європи. Головною проблемою на шляху підвищення рівня інтероперабельності із залізничними системами країн Заходу була і залишається проблема несумісності залізничної колії, ширина якої в країнах Європи, що межують з Україною, становить 1435 мм, натомість в Україні вона становить 1520 мм. І хоча існують залізничні гілки "вузької" колії, які заходять на територію України як і гілки "широкої" колії, які заходять на територію Європейських країн, зокрема Польщі, але максимальна протяжність таких гілок не перевищує декількох десятків кілометрів і не вирішує проблеми на рівні залізничної системи України. І хоча після початку війни були оголошені наміри уряду перевести всю залізничну систему України на "євроколію", ці проекти виглядають досить сумнівними. Таким чином, перспективними напрямками для вироблення раціональних рішень для забезпечення належного рівня інтероперабельності залишається шлях пошуку і впровадження сучасних технічних рішень. Одним із таких технічних рішень є залізничні термінали MetroCargo™ [1], які мають високий рівень автоматизації та дозволяють скоротити більше ніж у 10 разів час на перевантаження контейнерних поздів на передавальних прикордонних станціях [2], де здійснюється стикування залізничних систем різної ширини колії. Іншим напрямом вирішення проблеми інтероперабельності є розвиток технологій управління технічними станціями, які дозволяють пришвидшувати просування вагонопотоків, що прямують у бік європейських кордонів України.

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

[2] Parkhomenko, L., Butko, T., Prokhorov, V., Kalashnikova, T., Golovko, T. Building a model for planning rapid delivery of containers by rail under the conditions of intermodal transportation based on robust optimization. Eastern-



**УДК 656.22**

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ РОБОТИ ПРИМІСЬКОГО ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ НА ОСНОВІ ВЗАЄМОДІЇ С МІСЬКИМ ТРАНСПОРТОМ**

### **IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGICAL WORK OF THE PRIMISKY BOAT TRANSPORT ON THE BASIS OF INTERACTION WITH THE MISSION TRANSPORT**

*канд. техн. наук Л.О. Пархоменко  
студент В.В. Коваль*

*Український державний університет залізничного транспорту (Харків)*

*C.Sc. (Tech) L.O. Parkhomenko, student V. Koval  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Основна частина пасажирських перевезень здійснюється за участю двох і більше видів транспорту. Пунктами взаємодії є транспортні вузли. У сучасних умовах постає проблема комплексного розвитку транспортних вузлів з взаємодією всіх видів транспорту, які повинні працювати в оптимальному режимі, завдяки якому повинна відродитися єдина транспортна система держави.[1] Злагодженість і погодженість роботи транспорту в загальному перевізному процесі залежить від багатьох умов правового, економічного, технічного, технологічного, організаційного та управлінського характеру.

Для забезпечення таких умов й отримання максимальної економічної ефективності необхідно здійснити розрахунки раціонального технічного оснащення і технологічних режимів кожного виду транспорту в загальній їх системі взаємодії.

В Україні регулювання відносин у сфері діяльності транспорту відноситься до пріоритетних напрямків внутрішньої політики держави. Принципи державного регулювання транспортної системи – правила, на основі яких здійснюються взаємовідносини між суб'єктами державного регулювання транспортної системи.[4]

Для цього необхідно визначити комплекс задач, вирішення яких дозволить підвищити ефективність функціонування транспортної системи, завдяки поєднанню залізниці та міських видів пасажирського транспорту; зменшити транспортне навантаження міських маршрутів, збільшити конкурентоспроможність залізничного транспорту.[2]

У транспортних вузлах відбувається перехід пасажиропотоку із залізничного транспорту на міські види транспорту у місцях їх стикування.

Виникнення потужних кореспондуючих потоків пасажирів, які здійснюють пересадку з одного виду транспорту на інший в місцях стикування міського пасажирського транспорту та залізниці вимагає опрацювання питань щодо потужності транспортних вузлів стикування.[3]

1. Озерова О. О. Проблеми взаємодії видів транспорту при обслуговуванні пасажирів у великих транспортних вузлах / П.О. Яновський, О.О. Озерова // тези допов. III Міжнародної науково-практичної конференції «Перспективи взаємодії залізниць та промислових підприємств» (Дніпропетровськ, 27–28.02.2014 р.). Дніпропетровськ: ДНУЗТ, 2014. С.74-75.
2. Пархоменко. Л.О. Розробка процедури формування схеми маршрутів поїздів для автоматизованої системи управління швидкісними пасажирськими перевезеннями [Текст] /Л.О. Пархоменко, В.М. Прохоров, Т.Ю. Калашнікова // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – X., №3 2021 С.18-26.
3. С.В. Панченко Формування автоматизованої системи розрахунку графіку руху поїздів на сітьовому рівні С.В. Панченко, Т.В. Бутько, Л.О. Пархоменко, Г.О. Прохорченко - Інновації інфраструктури транспортно-логістичних систем. Проблеми, досвід, перспективи. Збірник тез конференції. – С., 2016. С.137-138.
4. Kim, H. Y., Wunneburger, D., Neuman, M., An, S. Y. Optimizing high-speed rail routes using a Spatial Decision Support System (SDSS): the Texas Urban Triangle (TUT) case. Journal of Transport Geography. 2014. № 34. P. 194–201.

**УДК 656.22**

## **УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ ПРИКОРДОННОЇ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ**

### **IMPROVING THE OPERATION OF THE BORDER SORTING STATION DURING THE TRANSPORTATION OF DANGEROUS GOODS**

*канд. техн. наук Л.О. Пархоменко  
студент М.К. Маслов*

*Український державний університет залізничного транспорту (Харків)*

*C.Sc. (Tech) L. Parkhomenko, student M. Maslov  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Залізничний транспорт займає основне місце в загальному обсязі перевезень небезпечних вантажів. Основними місцями скупчення вагонів завантаженими небезпечними вантажами являються сортувальні станції, які в умовах значної нерівномірності вагонопотоків, і збільшення обсягів їх надходження, виконують оперативний план робіт збільшуючи ризики при формуванні і розформуванні поїздів з вагонами завантаженими небезпечними вантажами.

В теперішній час спостерігається збільшення обсягів перевезень небезпечних вантажів, котрі додатково потребують уваги при роботі на сортувальних станціях які залишилися. При цьому планування перевезень небезпечних вантажів залізницею необхідно обов'язково забезпечити дотримання правил та норм. В цілому автоматизовані технології оперативного планування роботи сортувальних станцій мають бути спроможними адекватно

оцінювати небезпеки при оперуванні вагонопотоками із небезпечними вантажами і враховувати їх при виконанні процедур оперативного планування.[1]

В таких умовах сортувальні станції, як головні опорні пункти по організації вагонопотоків являються дуже значимими, а разом з цим підвищуються управлінські помилки. Катастрофічні наслідки таких помилок можуть стати не лише додаткові витрати в наслідок збільшення простоїв вагонів, але й призупинення роботи СС з причини аварії із вагонами з НВ, а в деяких випадках і зупинки всієї залізничної мережі.[2] Сортувальні станції як системоутворюючі об'єкти залізничної інфраструктури є посиленими об'єктами з питань контролю техногенної безпеки та управління ризиками її функціонування. Тому, за основу для побудови технологій роботи сортувальної станції при роботі з НВ доцільно враховувати математичні моделі, які базуються на критерії експозиції ризику, що є основою у галузі технічного ризик-менеджменту.

1. Бутько Т. В. Формалізація технології переробки вагонопотоків із небезпечними вантажами на сортувальній станції на основі експозиції ризику / Т. В. Бутько, В. М. Прохоров, Д. М. Чехунов // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. - 2018. - № 2. - С. 18-22.<http://lib.kart.edu.ua/handle/123456789/4472>
2. Чехунов Д. М. Формування автоматизованої технології управління сортувальними станціями в умовах перевезень небезпечних вантажів : дис. ...канд. техн. наук : 05.22.01 – транспортні системи ; 275 – транспортні технології / Денис Миколайович Чехунов ; наук. керівник Бутько Т. В. ; Укр. держ. ун-т залізн. трансп. - Харків, 2019. - 213 с. - Бібліогр. : с. 176-190.
3. Лаврухін О. Розробка підходів щодо реалізації автоматизованої технології активного моніторингу за перевезеннями небезпечних вантажів по залізниці / Лаврухін О. Вернигора Р. В., Шевченко В., Киман А., Шуліка О., Кульова Д., Кім К. Східно-Європейський журнал передових технологій. 2020. Т.3, №3(105).

**УДК 656.22**

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНОГО І МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ НА ЗАСАДАХ ЛОГІСТИКИ**

### **IMPROVING THE TECHNOLOGY OF RAILWAY AND MARITIME TRANSPORT ON THE BASIS OF LOGISTICS**

*канд. техн. наук Л.О.Пархоменко, студент З. Мансурова  
Український державний університет залізничного транспорту (Харків)*

*C. Sc. (Tech). L. Parkhomenko, student Z. Mansyrova  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Будь-яке міжнародне перевезення вантажу — це завдання не просте і вирішити його треба, продумавши найрізноманітніші нюанси, а саме:

- спланувати оптимальний маршрут;
- оформити дозвільні документи;
- підібрати спосіб доставки;
- виконати транспортування.

Всі перераховані вище процеси вантажоперевезень повинні бути оптимальними як з точки зору часових, так і фінансових витрат. Крім цього вони повинні відповідати за збереження вантажу. Рішенням всіх цих питань і займається менеджер-логіст, він підбирає транспортні засоби, які допомагають досягти головної мети — доставити вантаж швидко, безпечно і в рамках бюджету.

Залізничний і морський транспорти є основними видами транспорту при здійсненні мультимодальних міжнародних вантажних перевезень. Укрзалізниця має достатньо інструментів, що дозволяє оперативно вирішувати багато питань які виникають при взаємодії залізничного та морського транспорту. Водночас триває пошук додаткових рішень для їх удосконалення.

Наприклад, на підходах до морських терміналів на мережі Укрзалізниці можливо зарезервувати ділянки, на яких можна при необхідності розміщувати частину вагонів, якщо порти не можуть переробити весь обсяг вагонопотоків, що надходять до них. Одна із проблема це те що рухомий склад після вивантаження необхідно сортувати – залежно від рішення власника щодо подальшого використання парку. Однак при своєчасному обміні даними з операторами порожні вагони можна заздалегідь формувати в групи, щоб полегшити їх виведення за напрямками перевезень.

Покращення взаємодії можна досягти за рахунок створення єдиного інформаційного простору. Таким чином з боку Укрзалізниці надходять данні про рух поїздів, стивідори повідомляють про стан терміналів, а зі служби порту передають відомості про підхід морського транспорту. Комп'ютер аналізує обстановку та допомагає сформувати план підведення залізничних поїздів.

Така схема руху може бути досить складною. Раціональним шляхом до вирішення цих проблем є впровадження логістичних технологій взаємодії залізничної станції і морського порту на основі комплексного підходу при організації вантажопотоків.

Дані приклади показують варіанти оперативних рішень, що дозволяють знизити простої вагонів на підходах до морських портів. Для цього необхідно враховувати набагато ширший спектр факторів. Таких як технологію взаємодії залізничної станції з морським портом та сформувати моделі надходження порожніх вагонів технологічними маршрутами для завантаження на судно та функціонування виробничо-транспортного логістичного ланцюга при взаємодії залізничного та морського транспорту

[1] Бутько Т.В. Удосконалення процесу забезпечення порожніми вагонами припортового залізничного вузла/ТВ Бутько, ВО Вергелес//Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту.-2016.-Вип. 163.-С. 57-66.-Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpudazt\\_2016\\_163\\_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpudazt_2016_163_11)

[2] Куценко, М. Ю. Аналіз існуючих методів та методик розрахунку сортувальних станцій [Текст] / М. Ю. Куценко, І. В. Берестов // Інформаційно – керуючі системи на залізничному транспорті. – Х., 2007. – №2. – С. 34 – 37.

[3]. Удосконалення технології організації вагонопотоків шляхом формування автоматизованої системи розрахунку і забезпечення виконання плану формування поїздів [Текст] / С.В. Панченко, Т.В. Бутько, В.М. Прохоров, Л.О.Пархоменко // Вісник Східноукраїнського національного університету ім.Дала, 2017.-№3. - С. 136-142.

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛІННЯ  
ТЕХНІЧНИМИ СТАНЦІЯМИ НА ОСНОВІ ОПТИМІЗАЦІЇ**

**IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGY OF OPERATIONAL  
MANAGEMENT OF TECHNICAL STATIONS ON THE BASIS OF  
OPTIMIZATION**

*А.О. Прокопов, канд. техн. наук., В.М. Прохоров<sup>1</sup>,  
О.В. Ковальова<sup>1</sup>, В.В. Булавинець<sup>1</sup>, М.С. Глушко<sup>1</sup>*

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

*A.O. Prokopov<sup>1</sup>, V.M. Prokhorov<sup>1</sup>, PhD (Tech.),  
O.V. Kovaliova<sup>1</sup>, V.V. Bulavynets<sup>1</sup>, M.S. Hlushko<sup>1</sup>*

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

Залізничний транспорт є не лише провідною транспортною галуззю нашої держави, але й провідною галуззю всієї економіки України, особливо з огляду на її транзитний статус. Це обумовлює той факт, що залізнична галузь більш гостро ніж інші галузі потребує проведення швидких і сучасних програм по її реформуванню і впровадженню міжнародних стандартів управління. Децентралізація управління є одним із сучасних пріоритетів розвитку залізничної системи України. Як зазначено у тексті Національної транспортної стратегії України, яка визначає стратегічний курс розвитку транспортної системи України на період до 2030 року і яка була ухвалена Кабінетом Міністрів 30 травня 2018 року: необхідно посилити ефективність і конкурентоспроможність транспортної галузі, вдосконалити правові механізми залучення державно-приватного партнерства в розвиток транспорту щодо відповідних специфікацій, посилення співпраці між державним і приватним секторами економіки, а також між держ влади та органів місцевого самоврядування, провести необхідні реформи, в т.ч децентралізації, зокрема через скоординовані ініціативи державної політики. Ці 3 заходи можуть забезпечити надійну основу для сталого розвитку транспортного сектору України та забезпечити формування конкурентного ринку транспортних послуг.

За таких умов задача розробки і впровадження сучасних моделей і технологій оперативного керування основними елементами підсистеми вантажних перевезень залізничної системи України – технічних станцій, набуває все більшої актуальності.

Дійсно, від ритмічної роботи таких важливих елементів залізничної системи, як технічні станції, і впершу чергу сортувальні, значною мірою залежить ефективність функціонування системи вантажних залізничних перевезень, рівень сервісу, що надається клієнтам, конкурентоспроможність і рівень прибутку залізниць [1]. Сортувальні станції – складні підсистеми

залізничної системи, які виконують цілу низку системоутворюючих функцій, що забезпечують функціонування системи організації вагонопотоків. Оперативне управління технологічними процесами сортувальних станцій традиційно здійснюється досвідченим персоналом який має відповідний досвід. Однак у сучасних реаліях ціна неоптимальних рішень при управлінні крупними технічними станціями є дуже високою, адже залізнична система України має мінімум резервів і функціонує на грані своїх можливостей. З іншого боку рівень інформатизації та цифровізації транспортно-логістичного процесу на залізниці значно підвищився протягом останнього десятиріччя, що в свою чергу розширює можливості для здійснення переходу управлінських технологій технічними залізничними станціями на новий якісний рівень. Однак для здійснення цифрової трансформації управління сортувальними станціями одних лише систем збору інформації недостатньо. Необхідні якісні моделі обробки цієї інформації. Для забезпечення можливості генерувати якісні управлінські рішення дані моделі повинні адекватно моделювати всі основні складові технологічного процесу станції. Вирішення даної задачі стало можливим завдяки використанню у ході формалізації станційних технологічних процесів сучасних математичних апаратів, таких як математичний апарат генетичних алгоритмів, нечіткої логіки, байєсових мереж тощо. Розроблені математичні оптимізаційні моделі, які інтегрують управління всіма підсистемами сортувальних станцій в тому числі підсистему місцевої роботи, призначені для формування на їх основі процедур, результатом роботи яких є оперативні плани роботи станцій в графічному вигляді. Вони дозволяють на основі критерію експлуатаційних витрат будувати раціональні плани роботи станції в тому числі і в умовах жорсткого обмеження ресурсів, як наприклад при виконанні ремонтних робіт та закритті колій. Також вони дозволяють забезпечити належний рівень надійності роботи підсистем, тв умовах варіативності змінних завдань, як, наприклад, дозволяють зберегти працездатність підсистеми розформування-формування в умовах оперативного корегування плану формування поїздів.

[1] Prokopov, A., Prokhorov, V. Kalashnikova, T., Golovko, T., Bohomazova, H. Constructing a model for the automated operative planning of local operations at railroad technical stations. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2021. 3 (3 (111)), 32–41.

**УДК 656.22**

**УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ВАГОНОПОТОКІВ У  
ПОЇЗДИ НА ОСНОВІ МОДЕЛЕЙ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗА ПРИНЦИПАМИ  
СПІЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ**

**IMPROVEMENT OF THE SYSTEM OF CAR FLOW ORGANIZATION ON  
TRAINS BASED ON TRANSPORTATION MODELS ACCORDING TO THE  
PRINCIPLES OF SHARED USE**

*Аспірант М.А. Кравченко<sup>1</sup>, док. техн. наук А.В. Прохорченко<sup>1</sup>*  
*<sup>1</sup>Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*М. Kravchenko (postgraduate)<sup>1</sup>, A. Prokhorchenko, D.Sc. (Tech.)<sup>1</sup>*  
*<sup>1</sup>Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Україна займає одне з провідних місць у світі щодо експорту аграрної продукції. Одним із ключових елементів в глобальних ланцюгах постачань зернових вантажів займає залізничний транспорт. Однак, конкурентна боротьба між видами транспорт та постійне підвищення вартості логістики вимагають пошуку ефективних підходів для зменшення витрат на залізничні перевезення вантажів. Процес перевезень зернових вантажів характеризується піковими періодами навантаження, які призводять до перевантаження залізничної мережі, що ускладнює доставку зернових вантажів з причин виникнення значних затримок поїздів. Значний вплив на стійкість системи організації вагонопотоків у поїзди та на швидкість перевезень відіграє прийнята операційна модель перевезень. Враховуючи, що базовою моделлю в залізничній системі України є парадигма перевезень "hub-and-spoke" [1], де переважно використовуються вагонні та групові відправки для організації поїздів, що в пікові періоди перевезень призводить до перевантаження сортувальних систем та дефіциту локомотивів, значного сповільнення руху і, як наслідок, збільшення обороту вагонів.

Для підтвердження практичного досвід та виявлення закономірностей діючої моделі перевезень в роботі проведено дослідження трансформації структури мережі організації вагонопотоків у поїзди на основі методів аналізу складних мереж шляхом порівняння мереж плану формування поїздів (ПФП) у 2012-2013 році з ПФП у 2018-2019 року. Досліджено такі показники як ступені вершин, щільність, діаметр графа, середню довжину шляху в мережі, коефіцієнт Пірсона, тощо [2]. Виявлено, що ступінь концентрації мережі підтверджує незмінність існування останні шість років операційної моделі перевезень "hub-and-spoke". Однак, сітьовий коефіцієнт кластеризації, що описує транзитивність мережі збільшився у 1,222796 від значення у ПФП 2012-2013 року. Це засвідчує тенденцію до більшої глобальної кластеризації мережі, тобто збільшення варіантів організації вагонопотоків за якими напрями руху поїздопотоків уникають позакласних сортувальних станцій (великих хабів) в мережі. Такий варіант перевезень тяжіє до операційної моделі "point-to-point", яка дозволяє пришвидшити рух вантажів та зменшити витрати на перевезення. Виявлено, що постійні спроби останніх років збільшення рівня маршрутизації вантажних перевезень в пікові періоди навантаження змінюють на макрорівні показники швидкості. Середня довжина шляху в мережі призначень ПФП (кількість станцій, де буде переформовано вагонопотік) скоротилась з 3,70603 у ПФП 2012-2013 року до 3,42235 у ПФП 2018-2019 року. За таких умов науково обґрунтованим є застосування технологій перевезень з об'єднання великих груп вагонів на початковому етапі перевезень (ступеневі маршрути), що дозволить уникати частих переформувань на сортувальних станціях. Одним із напрямів

надання системі перевезень зернових вантажів значної гнучкості операцій та швидкості руху відправок є гібридизація існуючої моделі перевезень "hub-and-spoke" з "point-to-point" яка може ґрунтуватись на принципах райдшерингового сервісу для організації ступеневих маршрутів. Така модель перевезень відповідає принципам економіки спільного використання [3]. Для досягнення мережевого ефекту [4], що важливо для побудови будь-якого сервісу райдшерингових послуг запропоновано цифрову платформу-агрегатор, яка дозволить поєднати вагонні відправки у ступеневий маршрут за рахунок укрупнення навантаження партій зерна до 15-25 вагонів різних відправників, що бажають відправити у співпадаючі календарні періоди для можливості бронювання місця в ступеневому маршруті.

- [1] Pels E. Optimality of the hub-spoke system: A review of the literature, and directions for future research. *Transport Policy*. Volume 104, April 2021, Pages A1-A10. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.08.002>
- [2] Mrvar, A., Batagelj, V. Analysis and visualization of large networks with program package Pajek. *Complex Adapt Syst Model* 4, 6 (2016). URL: <https://doi.org/10.1186/s40294-016-0017-8>
- [3] Kathan, W., Matzler, K., Veider, V. The sharing economy: Your business model's friend or foe?, in: *Business Horizons/ Kelley School of Business, Indiana University*. 2016. Vol. 59/ 6. P. 663 – 672.
- [4] James Currier. Why Uber's network effects are vulnerable? 2019. NFX. URL: <https://www.nfx.com/post/the-network-effects-map-nfx-case-study-uber> (last access: 10.09.2022)

**УДК 656.2**

## **RESEARCH OF CROSS-BORDER TRANSPORTATION PATTERNS IN THE EAST ASIA AND PACIFIC REGION**

*H. Prokhorchenko<sup>1</sup> PhD(Tech.), I. Kolesnyk<sup>1</sup>*

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

The global economy has been adversely affected by the COVID-19 pandemic and its containment measures. And although during 2021, despite the impact of the pandemic, the world economy showed growth, new strains of the virus and rising inflation in developed countries are entering the stage of recession. Forecasts show that the growth rate of the world economy will decrease significantly - from 5.5% in 2021 to 4.1% in 2022 and 3.2% in 2023 [1].

Against this background, the East Asia and Pacific region has good economic indicators and an expected economic growth of up to 5.2% in 2023. It is expected that Asia will recover faster than other regions and will be at the center of all logistics activities - both in growth and in investments. It is predicted that by 2030, the East Asia and Pacific region will account for about half of the growth in world trade [2]. Trade growth between Asia and the rest of the world will account for about 55 percent, with intra-Asia trade growth accounting for the rest. Therefore, the study of cross-border transportation models in this region is relevant.

Until recently, cross-border transportation in the East Asia and Pacific region was dominated by the traditional model, in which wholesale orders prevailed, which were



delivered by local transport from the place of production and then delivered in containers to the destination country.

However, in recent years, the direct-injection model has become increasingly popular. This model is characterized by the fact that several orders are transported in bulk to the destination country, and then separated into individual packages, which are handed over to internal logisticians responsible for the delivery of the "last mile".

An analysis of the functioning of both models was carried out, each of which has its own advantages and disadvantages. However, it can be stated that in modern conditions the direct-injection model has advantages in speed, availability for customers with different volumes of orders and better flexibility.

[1] Eszter Beretzky, Ludwig Hausmann, Tobias Wölfel, and Tim Zimmermann. As e-commerce continues to fuel cross-border package deliveries around the world, what should logistics providers pay attention to? URL: <https://www.mckinsey.com/industries/travel-logistics-and-infrastructure/our-insights/signed-sealed-and-delivered-unpacking-the-cross-border-parcel-markets-promise> (дата звернення 10.10.2022).

[2] Global Growth to Slow through 2023, Adding to Risk of 'Hard Landing' in Developing Economies. The world bank. URL: <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2022/01/11/global-recovery-economics-debt-commodity-inequality> (дата звернення 10.10.2022).

**УДК 656.223.2.001.18**

## **ОСНОВНІ ПИТАННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ ВИРІШЕННЯ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ ВАГОНОПОТОКІВ У НАПРЯМКУ МІЖНАРОДНОГО СПОЛУЧЕННЯ**

## **MAIN ISSUES AND PROSPECTS FOR THEIR SOLUTION REGARDING THE ORGANIZATION OF CAR FLOWS IN THE DIRECTION OF INTERNATIONAL CONNECTION**

***Н.В. Яровенко<sup>1</sup>, канд. техн. наук Л.І. Рибальченко<sup>1</sup>***

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

***N. V. Yarovenko<sup>1</sup>, L. I. Rybalchenko<sup>1</sup>, PhD (Tech.)***

*<sup>1</sup>Ukrainian State University of railway transport (Kharkiv)*

Перевезення вантажів між країнами є однією з важливих ланок світових торговельних відносин. Участь країни у міжнародній торгівлі, а саме виконанні експорту та імпорту різноманітних товарів є дуже важливою, адже за рахунок цього працює в тому числі економіка, реструктурується, використовуються природні ресурси, існують робочі місця, задовольняються різні потреби населення, здійснюється обмін необхідними матеріалами та сировиною для підприємств[4].

Для виконання та організації вагонопотоків у міжнародному сполученні є багато різноманітних пунктів та факторів, які необхідно врахувати та виконати[1,2]. До таких пунктів відносяться мінімізація експлуатаційних витрат

на напрямках перевезення вантажів, з урахуванням економічно вигідних напрямів для всіх регіональних філій та залізниць, які приймають участь у міжнародному перевезенні кожної з країн, забезпечення виконання нормативних термінів доставки вантажів та термінів, вказаних у заявках вантажовідправників, можливості пропускнуої спроможності ліній та переробних спроможностей сортувальних станцій, які приймають участь у розподілі та формуванні составів з вагонами, які прямують у міжнародному сполученні [1,3].

Всі ці пункти необхідно враховувати при виконанні перевізного процесу в оперативній обстановці, яка постійно змінюється. Для виконання цього за умовою людського фактору впливу на прийняття рішення є важливим автоматизувати прийняття рішення з урахуванням всіх аспектів за рахунок створення нових автоматизованих технологій або удосконалення існуючих.

1. Інструктивні вказівки з організації вагонопотоків на залізницях України [Текст]: офіц. текст – К.: Мін-во транспорту та зв'язку України, Державна адміністрація залізничного транспорту України, головне управління перевезень. – 2005. – 99 с.
2. Інструкція з оперативного планування поїзної і вантажної роботи на залізницях України: [Текст]: офіц. текст: [прийнято та надано чинності наказом Укрзалізниці від 15 грудня 2004 р № 969-ЦЗ]. – К.: Мін-во транспорту та зв'язку України, Державна адміністрація залізничного транспорту України, головне управління перевезень. – 2004. – 48 с.
3. Рибальченко, Л.І. Визначення цільової функції оптимізації використання порожнього парку вагонів [Текст] / Л.І. Рибальченко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – Вып. 6/3 (60). – С. 25-27.
4. Конвенція про міжнародні залізничні перевезення: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994\\_291#Text//](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_291#Text//)

**УДК 656.222.5**

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОПУСКУ ПОЇЗДІВ ПО ДІЛЬНИЦЯХ ЗА РАХУНОК АДАПТИВНОГО УПРАВЛІННЯ**

### **IMPROVEMENT RAILWAY TRAFFIC CONTROL DUE TO ADAPTIVE MANAGEMENT**

*Канд. техн. наук Г.М. Сіконенко<sup>1</sup>, студент С.С.Железняк<sup>1</sup>*

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

*Cand. Sc.(Tehn.) G. Sikonenko<sup>1</sup>, Student S. Zhelezniak<sup>1</sup>*

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

Графік руху поїздів визначає технологію експлуатаційної роботи усієї мережі залізниць, об'єднує й організує роботу усіх станцій, лінійних підрозділів локомотивного та вагонного господарств, дільниць та напрямків у єдиний транспортний конвеєр [1]. Нормативний графік руху поїздів (НГРП) складається та затверджується щороку і по суті є планом експлуатаційної роботи залізничних підрозділів. При складанні НГРП використовуються певні узагальнення по характеристикам різних категорій поїздів та обсягам роботи.

Кожна доба у експлуатаційній роботі має певні особливості, що зумовлено нерівномірністю перевізного процесу, стохастичністю деяких факторів, виходом із необхідного технічного стану засобів транспорту та інфраструктурних об'єктів. Всі ці фактори враховуються диспетчерським апаратом при оперативній роботі з метою виконання НГРП або мінімізації відхилень від нього.

Із-за часу, який потрібен для планування/складання нового ГРП, повного перерахунку у відповідь на порушення не відбувається. Поїзний диспетчер спираючись на власний досвід реалізує регулювальні заходи ефективність яких часто буває не відома. Тому актуальним завданням є створення та впровадження нових систем автоматичного планування пропуску поїздів (САП ПП).

Регулювання залізничного руху у режимі реального часу спрямовано на реалізацію безпечного, пунктуального та енергоефективного руху поїздів. САП ПП передбачатимуть майбутні конфлікти на основі поточного положення поїздів та швидкості їх руху. Використовуючи цю інформацію в режимі реального часу для оцінки вимог та можливостей САП ПП надаватиме диспетчерському апарату варіантні рішення щодо зміни послідовності прямування певних поїздів, порядку схрещень, швидкості прямування, тощо. Реалізація даної системи значно полегшить роботу та підвищить обґрунтованість оперативних рішень як для незначних відхилень від НГРП так і на серйозні тривалі збої пов'язані з виконанням певних видів ремонту, відбудовних робіт, подоланням стихійних лих та форс-мажорних обставин, тощо.

У роботі розглянуто адаптивне керування рухом поїздів у реальному часі на основі наближеного динамічного програмування ADP (approximate dynamic programming – англ.). Використання ADP дозволяє значно скоротити час на обчислення у порівнянні з динамічним програмуванням без суттєвих втрат точності підрахунків [2]. Вибір варіантів руху поїздів здійснюється при ADP на основі функції цінності з використанням алгоритмів навчання та закріплення.

У загальному вигляді це можна представити наступним чином. Нехай  $s \in S$  вектор змінних станів системи,  $u \in U$  вектор змінних рішень,  $f(\cdot)$  – функція що обчислює вартість кроку від однієї оптимізації до іншої. При заданому початковому стані  $s_t$  та коефіцієнтах зміни факторів у майбутньому  $\alpha_i$  ( $i \geq 0$ ) динамічна програма на горизонті кроків  $T$  обчислює послідовність рішень  $u$  для часового кроку  $t$  розв'язує:

$$\min_{u \in U} E\{\sum_{i=0}^T \alpha_i f(s_{t+i}, u_{t+i}, s_{t+i+1}) | s_0\}. \quad (1)$$

Слід зазначити що з реалізацією руху поїздів по окремій ділянці пов'язано цілу низку питань щодо пропускнуої спроможності та можливості реалізації плану перевезень, організації вагонопотоків, ефективності функціонування станцій. Тому впровадження САП ПП матиме синергетичний ефект.

[1] ЦД-0040 Інструкція зі складання графіку руху поїздів на залізницях України : затв. Наказом Міністерства транспорту України №170-Ц від 25.04.2002.

[2] Powell, W.B. Approximate Dynamic Programming: Solving the Curses of Dimensionality [Text] / W.B. Powell // John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. – 2011. – 606 p.

**УДК 656.22**

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ПІДРОЗДІЛУ ШЛЯХОМ ОПТИМІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ ВАГОНОПОТОКІВ**

### **IMPROVING THE TECHNOLOGY OF THE RAILWAY DIVISION BY OPTIMIZING THE PARAMETERS OF CAR FLOWS**

***С.О.Сіренко, С.О. Дворник***

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

***S.O. Sirenko, S.O. Dvornik***

*Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

На сьогоднішній час в Україні на ринку транспортних послуг питому вагу залізничного транспорту складає перевезення вантажів. При безумовному виконанні принципів раціонального використання вагонів і контейнерів, скорочення термінів доставки та підвищення збереження вантажів, Україна повинна повністю забезпечити інтереси вантажовласників, у тому числі – за рахунок покращення наскрізного транспортного обслуговування на під'їзних коліях.

Широко відомі традиційні підходи до моделювання технології роботи вантажних станцій, під'їзних колій та інших транспортних підрозділів. Вся вихідна інформація в них передбачається заданою інформацією, але багато реальних задач вирішуються в умовах неповної інформації, тобто коли невизначеними або випадковими можуть бути всі параметри показника якості та обмежень. Недооцінка цих обставин можуть привести до зниження рівня адекватності отриманих результатів.

Це привело до необхідності комплексного дослідження і побудови сучасних моделей в області доставки вантажу від відправника до одержувача на основі наскрізного єдиного технологічного процесу роботи станції і під'їзної колії, особливо, в умовах невизначеності та наявності великої кількості факторів, що впливають на технологію роботи.

Використання сучасних моделей, що базуються на логістичних і маркетингових принципах [1] дозволяє визначити ряд показників в умовах невизначеності ринку транспортних послуг: терміни доставки вантажів, схоронність вантажів у процесі перевезення, ритмічність транспортного обслуговування під'їзної колії, вид продукції і обсяг її виробництва, вимоги, які

висунуто до розміру партії одночасно перевезених вантажів. Концепція реалізації технології ресурсозбереження в роботі полігонів, станцій та вантажовласників, які базуються на основі теорії нечітких множин та нечіткої логіки [2] має велику цінність в вирішенні актуального питання ресурсозбереження.

Таким чином, при формуванні технології взаємодії між станціями і під'їзними коліями на базі отриманих при моделюванні результатів слід використовувати системний підхід, який буде максимально враховувати інтереси вантажовідправників, вантажоодержувачів та залізниці [3].

Важливою складовою вирішення поставленої задачі є оптимізаційне моделювання роботи підприємства з під'їзними коліями, яке було виконане за заданими параметрами у середовищі AnyLogic [4], що дає змогу проведення оптимізаційного експерименту (рис.1).

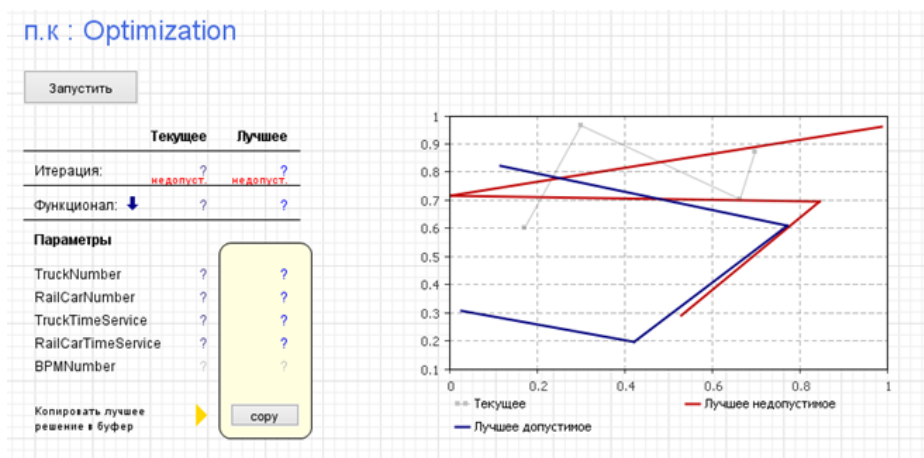


Рис. 1. – Інтерфейс оптимізаційного експерименту.

Симулювання моделі представляє систему, яка працює максимально стабільно при оптимальних параметрах та має високий рівень відмовостійкості.

- [1] Бутко Т.В., Ломотко Д.В. Удосконалення технології розподілу рухомого складу при використанні механізму стимулювання підрозділів. Збірник наукових праць УкрДУЗТ. Харків. 2005. Вип. 68. С.45..
- [2] Norton D., Kaplan R. The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action. Harvard University Press. 1996.С.45.
- [3] Андрианов В. И., Трофимов С.В. Сущность проблемы взаимодействия производства и промышленного транспорта. Вестник ВНИИЖТ. 2003.№ 3. С.117.
- [4] Malikov R 2013 Workshop on simulation of complex systems in the environment AnyLogic 6: textbook (Ufa: BGPU) p 296

**УДК 656.6**

## **МОДЕЛІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ РУХОМОГО СКЛАДУ**

### **MODELS OF OPTIMAL DISTRIBUTION OF VEHICLES**

*канд. техн. наук О.І. Харченко<sup>1</sup>, О.М. Сакаль<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Український державний університет науки і технологій (м. Дніпро)*

*O.I. Kharchenko PhD (Tech.)<sup>1</sup>, O.M. Sakal<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Ukrainian State University of Science and Technologies (Dnipro)*

Транспортна галузь займає провідне місце в економіці країни. Головні позиції у транспортному секторі займають залізничний та автомобільний транспорт. Кожен з цих видів транспорту відіграє особливу роль та має певні переваги, тому вдосконалення функціонування кожного з них є важливою задачею перед державою для посилення економічних позицій.

Удосконалення автомобільних перевезень не може бути забезпечено без підвищення ефективності використання рухомого складу (автомобілів). Тому задача оптимального розподілу рухомого складу є актуальною на сьогодні.

Для відображення об'єктів транспорту та їх роботи науковці використовують різні способи відображення (формули та рівняння, креслення, графіки та ін.), але для наукового дослідження найчастіше використовується моделювання. Моделювання слід розуміти в двох аспектах – як процес побудови, вивчення та використання моделей і як метод наукового пізнання [1].

Моделювання складається з декількох основних етапів, але найбільш відповідальний етап у моделюванні є формування загальної задачі дослідження [2]. Цей етап закінчується словесним описом завдання, короткий опис моделі наведено у даних тезах.

Задачу оптимального розподілу транспортних засобів будемо формулювати наступним чином: за заданими напрямками доставки вантажу та об'ємами перевезень по ним та певної кількості автомобілів різних типів, необхідно розподілити рухомий склад для забезпечення доставки вантажу кожному клієнту у повному обсязі та найбільш ефективно.

Для того щоб вирішувати задачу та шукати оптимальне рішення було встановлено ознаку, за якою будуть порівнюватися варіанти під час моделювання. Тобто обрано критерій ефективності. Даний критерій є досить важливим, у зв'язку з тим, що від нього залежить ефект рішення задачі.

Критерієм ефективності обрано мінімум сумарної вантажопідйомності рухомого складу, що використовується під час перевезення. Отже, задача про розподіл рухомого складу по лініям перевезень сформулюється наступним чином:

- мінімізувати сумарну вантажопідйомність автомобілів

$$\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m q_i \cdot x_{ij} \quad (1)$$

за умов

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \cdot w_{ij} = Q_j, j = 1, 2, \dots, n; \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} \leq a_i, i = 1, 2, \dots, m; \quad (3)$$

$$x_{ij} \geq 0, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n. \quad (4)$$

де  $n$  – кількість вантажоотримувачів;

$Q_j$  – об'єм перевезень на  $j$ -й лінії ( $j=1, 2, \dots, n$ );

$m$  – кількість типів автомобілів, що використовуються під час перевезення вантажу;

$a_i$  – кількість автомобілів  $i$ -ого типу ( $i=1, 2, \dots, m$ );

$q_i$  – вантажопідйомність автомобіля  $i$ -ого типу;

$w_{ij}$  – продуктивність одиниці рухомого складу  $i$ -ого типу на  $j$ -й лінії (у  $j$ -ого клієнта);

$x_{ij}$  – кількість автомобілів  $i$ -ого типу, що працюють на  $j$ -й лінії.

Якщо детально розглянути сформульовану задачу, то можна помітити що у випадку недостатньої кількості автомобілів для виконання заданого об'єму перевезень, система (2) – (4) не вирішується, тобто не має жодного припустимого значення. У такому випадку можливі два варіанти вирішення задачі:

- 1) збільшення кількості транспортних засобів;
- 2) зменшення об'єму перевезень.

Звісно, що прийняття будь-якого рішення з цих двох призводить до додаткових складнощів у організаційних процесах та вимагає обґрунтувань. Але на практиці використовують як перший так і другий варіант.

Тож, у подальшій роботі планується розглянути обидва варіанти та формалізувати процес прийняття рішення по кожному з них. Так як, таке удосконалення може привести до стабільної позиції підприємства на ринку транспортних послуг за рахунок економії матеріальних та людських ресурсів.

[1] Вітлінський В.В. Економіко-математичні методи та моделі оптимізації : навч. посібник / Вітлінський В. В., Терещенко Т. О., Савіна С. С. - К. : КНЕУ, 2016. — 303 с.

[2] Лавров Є. А. Математичні методи дослідження операцій : підручник / Л. П. Перхун, В. В. Шендрик та ін. – Суми : Сумський державний університет, 2017. – 212 с.

**УДК 656.2**

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УМОВАХ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ**

## **INCREASING THE EFFICIENCY OF THE ORGANIZATION OF INTERNATIONAL FREIGHT TRANSPORTATION IN THE CONDITIONS OF INFORMATIZATION**

*канд. техн. наук Є.В. Ходаківська<sup>1</sup>, канд. техн. наук В.Ф. Чеклов<sup>1</sup>,  
Є.О. Новіков<sup>1</sup>,*

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

*E. V. Khodakivska PhD (Tech.)<sup>1</sup>, V. F. Cheklov PhD (Tech.)<sup>1</sup>, E. O. Novikov<sup>1</sup>*

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

На основі аналізу існуючої організації, теоретичних розробок та практичного досвіду процесу міжнародних вантажних перевезень в залізничній транспортній системі виявлено, що міжнародні перевезення - це потенційний напрям розбудови логістичної системи країни не тільки, як окремої сфери послуг, а й як одного з економічних драйверів національного розвитку. Україна має досить потужну транспортну систему, що може виконувати значний обсяг міжнародних перевезень вантажів та пасажирів. Особливо важливим для України є її спроможність виконувати транзитні перевезення, що зумовлено її географічним положенням. Відтак через її територію проходять важливі МТК, що пов'язують Європу та Азію. Проте наразі є багато чинників, що негативно впливають на транспортну систему України, наслідком чого стає поступове зменшення обсягів міжнародних перевезень через Україну. Серед цих чинників є застарілий рухомий склад практично усіх видів транспорту, неефективна транспортна технологія, особливо в галузі синхромодальних перевезень, недоліки в управлінні процесом перевезень, неефективна система державного регулювання транспорту тощо [1, 2, 3, 4]. Для підвищення ефективності організації міжнародних вантажних перевезень за участю України, на нашу думку, необхідно розвивати інформаційні системи, в частині взаємодії різних видів транспорту, з урахуванням нормативно-правової бази всієї транспортної системи, що регулює процес міжнародних перевезень. А саме в частині синхромодальних перевезень, які наприклад за Холлером (Haller) повинні сприяти міжгалузевій, міжнародній та транснаціональній співпраці усіх учасників логістичного ланцюга в межах гармонізованої системи інформаційних та транспортних комунікацій для забезпечення максимальної гнучкості та можливості зміни будь-якого виду транспорту в режимі реального часу за умови виникнення збоїв [5].

В основу запропонованої інформаційної системи організації міжнародних вантажних перевезень взаємодії видів транспорту необхідно покласти такі важливі компоненти, як:

- інформаційна ентропія, наприклад, планування перевезень вантажів при інформаційному забезпеченні взаємодії різних видів транспорту пропонується визначати за ентропійною моделлю [6];

- онтологія. Однією з особливостей онтологічної системи знань є ієрархічна організація, яка визначає функції інтерпретації та управління в умовах тимчасових затримок, коливань та невизначеності;

- сучасні інтелектуальні технології та ін.

Отже, інтелектуально - інформаційна система управління міжнародними вантажними перевезеннями на базі використання всіх необхідних ресурсів



транспортної системи України – це один із інструментів підвищення ефективності організації міжнародних вантажних перевезень в умовах інформатизації. Така система дозволить здійснювати управління процесом перевезень за допомогою інформаційних технологій в режимі реального часу та з «підтягуванням» складних даних супутніх систем, що задіяні в процесі, і як результат – отримаємо пропорційне відношення провізної здатності транспортної системи відповідно до коливань попиту, в бік рівноваги.

[1] 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: 14. 11. 2022).

[2] InnoTrans-2022 – залізничний острівець надії в тривожному 2022 році [Електронний ресурс]. - 2022. - Режим доступу:

[https://cfts.org.ua/articles/innotrans\\_2022\\_zaliznichniy\\_ostrivets\\_nadi\\_v\\_trivozhnomu\\_2022\\_rotsi\\_1923/132607](https://cfts.org.ua/articles/innotrans_2022_zaliznichniy_ostrivets_nadi_v_trivozhnomu_2022_rotsi_1923/132607). - (Дата звернення: 14. 11. 2022).

[3] Габа, В. В. Підвищення конкурентоспроможні залізничних вантажних перевезень за рахунок покращення транспортного сервісу [Електронний ресурс] / В. В. Габа, О. Г. Стрелко, Т. М. Грушевська. - 2020. - Режим доступу:

[https://www.researchgate.net/publication/349078761\\_PIDVISENNA\\_KONKURENTOSPROMOZNI\\_ZALIZNICNIH\\_VANTAZNIH\\_PEREVEZEN\\_ZA\\_RAHUNOK\\_POKRASENNA\\_TRANSPORTNOGO\\_SERVISU/link/601eb432299bf1cc26abe9b3/download](https://www.researchgate.net/publication/349078761_PIDVISENNA_KONKURENTOSPROMOZNI_ZALIZNICNIH_VANTAZNIH_PEREVEZEN_ZA_RAHUNOK_POKRASENNA_TRANSPORTNOGO_SERVISU/link/601eb432299bf1cc26abe9b3/download). - (Дата звернення: 14. 11. 2022).

[4] Тимошук, О. М. Інформаційно-логістичні системи в сучасних транспортних технологіях [Електронний ресурс] / О. М. Тимошук, О. В. Мельник // Інвестиції: практика та досвід № 22/2015. - Режим доступу: [http://www.investplan.com.ua/pdf/22\\_2015/18.pdf](http://www.investplan.com.ua/pdf/22_2015/18.pdf). - (Дата звернення: 14. 11. 2022).

[5] Кунда, Н. Т. SD-модель взаємодії різних видів транспорту [Електронний ресурс] / Кунда Н.Т., Бабина Д. А. // ВІСНИК СХІДНОУКРАЇНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ імені Володимира Даля. - №3(251). - 2019. - Режим доступу:

<http://dspace.luguniv.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/4881/1/Kunda%20N.T..pdf>. - (Дата звернення: 14. 11. 2022).

[6] Барановський, Д. М. Забезпечення інформаційної взаємодії різних видів транспорту із застосуванням моніторингу перевезень та їх планування [Електронний ресурс] / Барановський Д. М., Жоган О. М., Яблунівська О.М., Калайда І.М. // Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. - Випуск 6/2009 (59). - Частина 1. - 2009. - Режим доступу: [http://www.kdu.edu.ua/statti/2009-6-1\(59\)/PDF\\_6\\_2009\\_ch1/99.PDF](http://www.kdu.edu.ua/statti/2009-6-1(59)/PDF_6_2009_ch1/99.PDF). - (Дата звернення: 14. 11. 2022).

**УДК 656.2**

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ НА ОСНОВІ ТИПІЗАЦІЇ ПОВЕДІНКИ СИСТЕМИ**

### **IMPROVEMENT OF THE ORGANIZATION OF RAILWAY TRANSPORT BASED ON TYPING SYSTEM BEHAVIOR**

*канд. техн. наук О.М. Ходаківський<sup>1</sup>, А.О. Тітова<sup>2</sup>, О.В. Гвай<sup>3</sup>, О.А. Громов<sup>4</sup>*

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

<sup>2</sup>*ООО «Бруклін-Київ» (м. Одеса)*

<sup>3</sup>*АТ «Укрзалізниця» (м. Київ)*

<sup>4</sup>*ДП «Укроборонсервіс» (м. Київ)*

*PhD (Tech.) O.M. Khodakivsky<sup>1</sup>, A.O. Titova<sup>2</sup>, O.V. Gvya<sup>3</sup>, O.A. Gromov<sup>4</sup>*

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

<sup>2</sup>*Brooklyn-Kyiv LLC (Odessa)*

У попередніх публікаціях було викладено основний матеріал дослідження щодо сучасних обмежень та умов функціонування та розвитку залізничної транспортної системи [1]. Встановлено те, що залізничний транспорт часів СРСР – це одна з найважливіших галузей суспільного виробництва, що покликана задовольняти потреби населення та суспільного виробництва в перевезеннях. На нашу думку, дана постановка причини існування транспорту в сучасному світі взагалі, а також в Україні, зокрема, є певною мірою обмежуючою. Обмеження полягає в тому, що термін «задовольняти потреби» визначає відносно пасивну поведінку по відношенню до кількості і якості замовлень клієнтів залізничної транспортної системи (ЗТС). Така обмежуюча поведінка є природною лише в умовах державної соціалістичної власності. В умовах, коли координація діяльності та відповідальність за результат цього всіма видами транспорту є централізованим, державним. Разом із еволюцією державної соціалістичної власності еволюціонував процес координації діяльності різних транспортних систем. В сучасному світі кожна транспортна система, хоч і не переважною мірою з огляду на положення єдиної транспортної системи, але знаходиться в умовах відповідальної автономії, самоорганізації та відповідальності за результат своєї діяльності. З цієї причини при виборі між пасивною та активною стратегією діяльності залізничної транспортної системи, на нашу думку, слід обрати – активну (спонтанну чи цілеспрямовану).

Важко переоцінити економічний ефект від зменшення різноманітності зразків будь-чого (машин, будівель, технологічних процесів тощо) до невеликої кількості типів, уніфікації. Цей процес називають ще типізацією. По відношенню до поведінки залізничної транспортної системи, на нашу думку, доцільно теж застосовувати типізацію. Цю типізацію поведінки слід здійснювати по реально існуючим формам економіки (ринкова, планова, традиційна, змішана), зміна яких тісно пов'язана зі зміною державних систем.

[1] Ходаківський О.М. Удосконалення організації роботи залізничної транспортної системи на основі підвищення рівня активності / О. М. Ходаківський, Д.Б. Ярмач, С.В. Федосов, М.О. Герук // Тези доповіді II-ї міжнародної науково-технічної конференції «Інтелектуальні транспортні технології». - Харків, 27-29 квітня 2021 р. УкрДУЗТ, 2021. – с. 47 – 48.

[2] Panchenko S.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.

[3] Лекції по дисципліні «Загальна теорія систем» [Електронний ресурс]. - Режим доступу : <http://edushkola.ru/docs/index-725091.html>. - Назва з екрана.

**УДК 656.2.**

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОСУВАННЯ ВАГОНОПОТОКІВ НА ЗАЛІЗНИЧНІЙ МЕРЕЖІ В МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ**

# IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGY OF ADVANCING CAR FLOWS ON THE RAILWAY NETWORK IN INTERNATIONAL TRAFFIC

*Т. М. Чистякова, А. Р. Біловодська*

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

*T. M. Chistyakova, A. R. Bilovodska*

*Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Застосування сучасних підходів на основі інформаційних технологій надає можливість аналізу і прогнозування даних в режимі реального часу для допомоги у прийнятті рішень [1]. Системи підтримки прийняття рішень інтегрують в собі такі якості, які роблять їх не тільки дуже корисними для системних задач управління і прийняття рішень, але й по суті незамінними інструментами аналізу даних в сучасних умовах економічного розвитку [2,3].

Від впровадження інтерактивної комп'ютерної системи підтримки прийняття рішень на базі автоматизованого робочого місця оперативного працівника, яка буде допомагати в покращенні процесу просування вагонопотоків в умовах перевезення вантажів у міжнародному сполученні, залежить як і швидкість так і якість залізничних перевезень. [4] Впровадження таких технологій значно покращить показники роботи залізничного транспорту, та підвищить гарантії доставки вантажу "точно в строк" отже сприятиме збільшенню клієнтів.

Через складність взаємозв'язків усіх підрозділів залізничного транспорту між собою, практично неможливо оцінити простої в очікуванні здачі вагонів у треті країни. Тому необхідно розробити математичну модель просування міжнародних вагонопотоків по мережі залізниць України, структура якої включає цільову функцію - питомі експлуатаційні витрати на один вагон на протязі всього логістичного ланцюгу та систему обмежень, яка визначає технічні, технологічні та нормативні умови.

У неявному вигляді цільова функція представляє сумарні питомі експлуатаційні витрати, що припадають на один вагон і може бути представленою у наступному вигляді (1), при цьому функціонал  $f(C_i), (i = \overline{1, m})$  має адитивний характер, де величина  $C_i$  - є питомі витрати по кожному елементу логістичного ланцюга, які є функцією кількості вагонів інших держав  $m$  в міжнародному напрямку, а  $m$  - є кількість питомих витрат:

$$C_1(m) = \sum_{i=1}^7 C_i(m) \rightarrow \min, \quad (1)$$

Результати роботи моделі визначення раціонального варіанту просування міжнародного вагонопотоку у графічній інтерпретації наведена на рисунку 1. 1–

маршрут без резерву; 2– прямий без резерву; 3– прямий з резервом; 4 – маршрут с резервом.

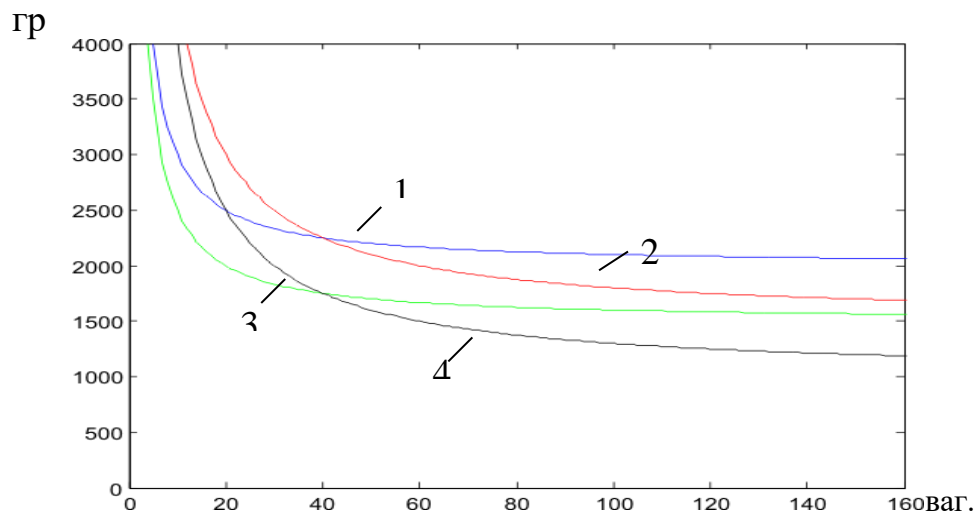


Рис. 1. – Графічна інтерпретація роботи моделі визначення раціонального варіанту просування міжнародного вагонопотоку.

[1] Розвиток і впровадження систем підтримки прийняття рішень (СППР)[Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://web.znu.edu.ua/lab/mathdep/mme/V/IS\\_TE/17.html](http://web.znu.edu.ua/lab/mathdep/mme/V/IS_TE/17.html) . (дата звернення 15.09.2022).

[2] Srinivasan A, Sundaram D, Davis J. Implementing Decision Support Systems: Methods, Techniques and Tools. McGraw-Hill; 2000

[3] Fülöp J. Introduction to decision making methods. The Journal of the Operational Research Society. 2005;56(1):119-122

[4] Bonczek R, Holsapple C, Whinston A. The evolving roles of models in decision support systems. Decision Sciences. 11(2):337-35

**УДК 658.5:338.3**

## **ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ ТРАНСПОРТНОГО ПЛАНУВАННЯ ТА ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ МІСЬКОЇ ДОРОЖНЬОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ**

### **USE OF TRANSPORT PLANNING SYSTEMS AND CLOUD TECHNOLOGIES FOR URBAN ROAD INFRASTRUCTURE**

***О.М. Харламова***

*Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків*

***О.М. Kharlamova***

*Ukrainian state university of railway transport, Kharkiv*

Інтелектуальні транспортні системи (ІТС) покладаються на сучасні технології та алгоритми виявлення, зв'язку, збору даних і контролю для покращення продуктивності транспортної системи. Вони досягають цього,

підвищуючи ефективність роботи дорожніх об'єктів та інформуючи пасажирів про зміни в їх маршрутах. Це дає змогу вантажоперевізникам і пасажирам безпечніше, скоординованіше та розумніше використовувати транспортні мережі.

Управління та експлуатація транспортних систем (Transportation Systems Management and Operations (TSMO)) відноситься до мультимодальних транспортних стратегій, спрямованих на максимізацію ефективності, безпеки та корисності транспортної інфраструктури. TSMO розглядає повний спектр варіантів максимального підвищення ефективності існуючої транспортної інфраструктури без розширення самої інфраструктури (наприклад, додавання смуг загального користування, будівництво нової розв'язки тощо). Стратегії TSMO можуть включати фізичні зміни дорожнього полотна, зміни способу його використання та зусилля, спрямовані на зменшення попиту на використання дорожнього полотна (також відоме як управління транспортним попитом або Transportation Demand Management (TDM))[1].

Приклади фізичних змін включають смуги для поворотів, покажчики, кільцеві розв'язки, смуги та заходи з уповільнення руху. Зміни в тому, як використовується дорога, включають реагування на аварії, вимірювання рампи, пріоритетність транспортних сигналів, керування доступом до магістралі та керувані смуги (автомобілі з великою населеністю людей (High Occupancy Vehicle (HOV)), оцінка рівня заторів тощо. Стратегії зменшення попиту включають усі зусилля, спрямовані на скорочення одномісних поїздок: від збільшення використання громадського транспорту, спільних поїздок, фургонів, їзди на велосипеді та ходьби, до керування паркуванням і автостоянками, дистанційної роботи та роботи за альтернативними графіками. Такий перерозподіл попиту на подорожі зменшує кількість транспортних засобів, що спричиняють затори, одночасно збільшуючи кількість людей.

Міському керівництву часто не вистачає ресурсів або здатності зменшити затори шляхом розширення проїжджої частини. У відповідь на ці обмеження діяльність TSMO спрямована на покращення мобільності людей і вантажів шляхом максимізації продуктивності наявних засобів, використання недорогих альтернатив удосконалення та інформування пасажирів і вантажовідправників про очікувані показники маршруту та їхні варіанти. Покращуючи мобільність, діяльність TSMO має широкий вплив на доступність поїздок, безпеку та надійність, а також економічну життєздатність та якість навколишнього середовища [2].

Серед ряду інноваційних рішень все більшої актуальності набирає використання хмарних технологій для автоматизації планування маршрутів. Хмарні рішення у сфері автоматизації транспортної логістики не потребують додаткового серверного обладнання. Вся робота відбувається в хмарі, це дозволяє заощадити фінансові ресурси і час на інтеграцію системи з робочими процесами - до роботи можна приступати практично відразу ж. Великий плюс Web-TSMO - всі учасники процесу транспортування отримують швидкий доступ до системи, що дозволяє оперативнo вносити зміни і реагувати на них.

Автоматизація транспортного планування забезпечує доступом до інформації у часі. Відповідно, у учасників ланцюжка поставок має бути доступ до системи у будь-який час і в будь-якому місці — і зі смартфона насамперед.

Особливо актуальна мобільна версія TSMO для водіїв вантажівок — нативний мобільний додаток забезпечує можливість оперативно інформувати адміністратора про рух вантажівки, відхилення від маршруту та інші нештатні ситуації [3].

Також "хмарні" технології можуть застосовуватися для зберігання та збору геоінформаційних даних: інформація про дорожню мережу, адресну базу, дорожні знаки, статистику з пробок і т.д. "Хмарні" послуги спрощують операторам роботу з даними та забезпечують їх доступність у будь-який момент.

1. How can cities and counties plan using transportation system management? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.transportationefficient.org/wp-content/uploads/2019/07/Brief\\_PlanUsingTransportationSystemManagement.pdf](http://www.transportationefficient.org/wp-content/uploads/2019/07/Brief_PlanUsingTransportationSystemManagement.pdf) – Заголовок з екрану..
  2. What is a Transportation Management System (TMS) and How Does It Impact Your Business? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://innovecs.com/blog/transportation-management-system/> – Заголовок з екрану..
- Н.С. Каличева, В.В. Масан, О.Е. Сафронов (2021). Хмарні технології як інструмент забезпечення конкурентного розвитку підприємств залізничного транспорту [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ei-journal.in.ua/index.php/journal/article/view/457>

**УДК 658.5:338.3**

## **ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛІ «МОБІЛЬНІСТЬ ЯК ПОСЛУГА» ДЛЯ МІСЬКОЇ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ**

### **USING THE MOBILITY AS A SERVICE MODEL FOR CITY TRANSPORT INFRASTRUCTURE**

*канд. техн. Наук П.О. Харламов, А.С. Кузьменко*

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

*PhD (Tech) P.O. Kharlamov, A.S. Kuzmenko*

*<sup>1</sup>Ukrainian state university of railway transport, Kharkiv*

Мобільність як послуга (MaaS) — це модель надання широкого спектру послуг пасажирського транспорту через єдиний цифровий інтерфейс клієнта. У своїй найбільш амбітній формі він об'єднує різні транспортні, інформаційні та платіжні послуги в безперерійну та надійну взаємодію з клієнтами.

MaaS об'єднує види громадського транспорту та комерційні послуги мобільності, такі як послуги автівок, шеринг велосипедів і автомобілів і таксі, в уніфіковану мультимодальну пропозицію мобільності з інтегрованими системами продажу квитків і оплати для різних видів транспорту та постачальників послуг [1].

Існує кілька різних моделей організації МaaS, наведені на рисунку 1. Вони засновані на різних рівнях участі або контролю з боку органів управління громадським транспортом і комерційних операторів.



Рис. 1. Моделі організації МaaS

Модель комерційного інтегратора. Налаштування комерційного інтегратора — це організаційна модель, у якій комерційний суб'єкт надає додаток МaaS, який інтегрує різні послуги мобільності після двосторонніх переговорів з кожним постачальником послуг мобільності. Кілька комерційних інтеграторів можуть існувати на одному ринку та націлюватися на певну аудиторію. Відсутність конкурентного тиску між провайдерами МaaS у середовищі може зменшити будь-який потяг до інновацій або підвищення ефективності. Враховуючи основну роль органів громадського транспорту, конкурентний нейтралітет серед провайдерів недержавних транспортних послуг, швидше за все, буде проблемою, оскільки інші види транспорту швидше за все розглядатимуться як «доповнення» до ядра громадського транспорту, а не як рівні гравці.

Громадський МaaS - роль інтегратора виконує оператор громадського транспорту або орган громадського транспорту, який інтегрує додаткові види транспорту в пропозицію громадського транспорту та розробляє або укладає субпідряди єдиної платформи МaaS для свого регіону. У такій екосистемі державні органи можуть мати кращі позиції для використання послуг і даних, які надає МaaS для зменшення витрат або витрати на існуючий громадський транспорт, де МaaS фактично є екосистемою мобільності влади. Використання даних МaaS для кращого планування надання послуг у різних режимах екосистеми також може бути легшим у цьому сценарії. У загальнодоступній моделі МaaS жодні комерційні додатки МaaS не конкурують із публічно наданими або закупленими. Проте все ще є постачальники послуг комерційної мобільності, що працюють на ринку.

Модель регульованої інфраструктури даних. Основою будь-якого додатка МaaS буде інтеграція даних від багатьох операторів мобільності (громадський транспорт, велопрокат, каршерінг тощо), які необхідні для функціонування

системи МaaS. Цю інтеграційну платформу може створювати окремий постачальник МaaS або третя сторона. У моделі регульованої інфраструктури даних державний орган надає спільну інтеграційну платформу, яку всі приватні постачальники МaaS можуть використовувати для своїх програм (інтерфейс користувача). Додаток МaaS та інтеграційна платформа можуть належати окремим організаціям і кільком програмам МaaS може працювати на одній інтеграційній платформі [2].

Організаційна модель для МaaS, прийнята містом чи регіоном, суттєво вплине на бізнес-моделі, які розвиваються в ньому. Однак ще надто рано визначати «правильну» модель для МaaS. Враховуючи широкий контекст, у якому впроваджується або розглядається МaaS, протягом найближчих років, імовірно, буде кілька версій організації та бізнес-моделей МaaS. Розуміння того, як користувачі сприймають МaaS і який вплив це матиме на них, допоможе зрозуміти, як МaaS може сприяти досягненню цілей розвитку транспортної інфраструктури міста [3].

1. Polis (2017), "Mobility As a Service: Implications for Urban and Regional Transport", Discussion Paper, Polis, Brussels, [https://www.polisnetwork.eu/wp-content/uploads/2019/06/polis-maas-discussion-paper-2017-final\\_-2.pdf](https://www.polisnetwork.eu/wp-content/uploads/2019/06/polis-maas-discussion-paper-2017-final_-2.pdf).
2. Mulley, C. and J. Nelson (2020), "How Mobility as a Service Impacts Public Transport Business Models", International Transport Forum Discussion Papers, No. 2020/17, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/df75f80e-en>.
3. EMTA (2019), "Mobility as a Service: A perspective on MaaS from Europe's Transport Authorities", European Metropolitan Transport Authorities, [https://www.emta.com/IMG/pdf/emta\\_pointofview\\_mobilityasaservice\\_june2019-2\\_1\\_.pdf](https://www.emta.com/IMG/pdf/emta_pointofview_mobilityasaservice_june2019-2_1_.pdf).

**УДК 656.222.3:658.5**

## **ЗАСТОСУВАННЯ РИЗИК-ОРІЄНТОВАНИХ ПІДХОДІВ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА РЕАЛІЗАЦІЇ ПЕРЕВІЗНОГО ПРОЦЕСУ**

### **APPLICATION OF RISK-ORIENTED APPROACHES IN THE ORGANIZATION AND IMPLEMENTATION OF THE TRANSPORTATION PROCESS**

*д. філос. Д.О. Кульова, ст. гр. 212-ОПУТ-Д21 О.М. Молотова  
«Український державний університет залізничного транспорту» (м. Харків)*

*D.O. Kulova, PhD (Tech.), Molotova O.M.  
«Ukrainian State University of railway transport» (Kharkiv)*

На сьогоднішній день, через воєнний стан, дуже гостро постає питання забезпечення високого рівня безпеки при перевезенні пасажирів та вантажів усіма видами транспорту, у тому числі і залізничним. Дана задача, окрім беззаперечного виконання техніки безпеки і дотримання основної техніко-технологічної та нормативно-правової документації, вимагає адаптивності та



гнучкості транспортної системи з розробкою і швидким, ефективним впровадженням інноваційних та інтелектуальних методів.

Тільки за перші три місяці війни «Укрзалізниця» перевезла 3,8 мільйона пасажирів із сходу, півдня та центру на захід та 600 тисяч із заходу до сусідніх країн. Крім того, російські окупанти продовжують свої спроби знищити головні українські транспортні артерії – мости, дороги, колії. Це вимагає від залізничної компанії швидкими темпами, інколи під обстрілами, відновлювати зруйновану інфраструктуру.

Окремої уваги заслуговує перевезення залізничним транспортом вантажів, у тому числі небезпечних та стратегічних, інформація про транспортування останніх строго засекречена.

Використання ризик-орієнтованих підходів зараз, як ніколи стало актуальним. Управління ризиками являє собою процес прийняття і виконання управлінських рішень, спрямованих на зниження ймовірності виникнення несприятливої події та мінімізацію можливих втрат в результаті її настання [1]. Для ефективного управління ризиками, першочерговим є:

- ідентифікація всіх можливих небезпек та ризиків;
- усунення, а за неможливості, мінімізація ідентифікованих ризиків.

Виконання зазначених принципів, досягається послідовним проходженням п'яти основних кроків, в яких відображається сутність процесу управління ризиками:

1. Ідентифікація потенційних небезпек (ризиків).
2. Оцінка та розподіл ідентифікованих ризиків за пріоритетами.
3. Розробка заходів щодо усунення (мінімізації) ризиків.
4. Впровадження розроблених заходів.
5. Моніторинг, перевірка та корегування.

В теперішніх умовах перераховані кроки мають бути впровадженні в дуже швидкому темпі, мати адаптивні засади з елементами динамічного коригування. Особливу увагу необхідно приділити розробці та впровадженню методів для мінімізації ризику.

Так в роботі [2] при формуванні підходу формування раціональної композиції поїзду з небезпечними вантажами різних класів запропоновано представити ризик, як:

$$R = U \cdot \sum_{a=1}^l E(w_a), \quad (1)$$

де  $U$  – умовна впевненість виникнення більш значних наслідків в результаті аварійної ситуації (комплексний критерій);

$E(w_a)$  – усередненні витрати, приведені на одну аварійну ситуацію

$l$  – кількість складових усереднених витрат.

Усередненні витрати складаються з:

–  $E(w_1)$  – усереднені приведені витрати, які припадають на пошкодження основних фондів (будівлі, споруди), вагонів, колій, локомотивів та майна третіх осіб;

–  $E(w_2)$  – усереднені приведені витрати, які виникають внаслідок нанесення шкоди навколишньому середовищу;

–  $E(w_3)$  – усереднені приведені витрати, які припадають на виплату грошової компенсації за нанесення людині негативних наслідків (смерть, травмування, втрата працездатності).

В розглянутому підході наслідки від настання несприятливої події представлені через три групи можливих збитків. Однак у сьогоденні умовах також потребують уваги і інші не менш важливі чинники, такі як, наприклад, здатність залізничної системи здійснювати свою операційну діяльність після обстрілу, або бомбардування, що також може спричинити масштабну аварію та значно знизити пропускну спроможність залізничної системи в цілому.

Всі перераховані чинники спонукають до оперативного реагування та розробки інноваційних підходів, які будуть, як превентивними заходами, тобто знижувати імовірність настання несприятливої події, так і зменшувати наслідки в результаті її настання і швидкої ліквідації наслідків у випадку реалізації кожного окремого ризику.

[1] Ткаченко І.О. Ризики у транспортних процесах: навч. посіб. / ХНУМГ ім. О.М. Бекетова. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 114 с.

[2] Кульова Д.О. Формування автоматизованої технології перевезення небезпечних вантажів на основі ризик-орієнтованих підходів: дис. ... д-ра філос. Харків, 2020. 192 с.

**УДК 656.072**

## **АНАЛІЗ СТАНУ ТА РОЗВИТКУ ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПАСАЖИРІВ МІСЬКИМ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТОМ**

### **ANALYSIS OF THE STATE AND DEVELOPMENT OF INTEGRATED TECHNOLOGIES OF PASSENGER TRANSPORTATION BY URBAN ELECTRIC TRANSPORT**

*д.т.н., професор Нагорний Є.В., к.т.н. Орда О.О., Орда О.М.  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет (Харків)*

*Ye.V. Nagorni, Dr.Sc.(Tech), O.O. Orda, Ph.D. (Tech), O.M. Orda  
Kharkiv National Automobile and Highway University (Kharkiv)*

Виклики воєнного часу, зокрема руйнування транспортної інфраструктури міст та рухомого складу транспортних підприємств, тільки загострили існуючі проблеми у сфері функціонування міського громадського пасажирського транспорту (МГПТ). Орієнтовно у 40% населених пунктах України припинилися пасажирські перевезення [1]. Наразі, в м. Харків можна відмітити поступове відновлення роботи МГПТ. Але спостерігається низка проблем в оперативному керуванні системою МГПТ, пов'язана з виникненням необхідності в корегуванні маршрутів з-за обмежень руху, перерозподілі

транспортних засобів на маршрутах тощо. Переміщення населення в містах, в основному, відбувається з використанням моторних транспортних засобів в умовах дефіциту та високої ціни на нафтопродукти, що обумовлює зростаючу затребуваність використання електротранспорту, як виду транспорту з відносно низькою собівартістю перевезень, великою провізною здатністю та екологічністю.

Загальносвітова тенденція переходу на екологічно чистий транспорт формується через запровадження владами країн Євросоюзу програм розвитку великих міст. Зокрема, в якості основного вектору розвитку системи МГПТ влади міст бачать у заміні автобусів на електробуси; таке рішення забезпечує як екологічну ефективність, так і фінансову, а також гнучкість системи при оперативному керуванні в умовах невизначеності. Аналізуючи досвід створення транспортних моделей агломерацій у великих європейських містах, в якості основи для інтелектуального управління транспортною системою міста, можна виділити основні ключові засади успішного впровадження інтегрованих технологій перевезень пасажирів МГПТ [2]: створення єдиного органу управління; виділення електротранспорту, як основи МГПТ наряду з осучасненням парку комунального транспорту; застосування інтермодальної транспортної системи, як способу забезпечення функціонування МГПТ, в якому декілька видів міського транспорту створюють зрозумілу для пасажирів систему взаємопов'язаних маршрутів, здійснюють переміщення пасажирів за єдиним тарифом, дотримуючись певних умов перевезень та регулярних інтервалів між сполученням; розвиток систем інформування в режимі реального часу; вдосконалення платіжних систем; запровадження концепції відмови від особистого транспорту – МaaS (мобільність як послуга) тощо.

Досвід українських міст (Львів, Миколаїв, Київ, Чернігів, Вінниця тощо) свідчить про успішне втілення Планів сталої міської мобільності в великих містах України, в якості інструменту стратегічного планування розвитку транспортної системи, зокрема за рахунок розробки мультимодальної транспортної моделі. Окремо слід виділити розроблену концепцію розвитку електромобільності м. Львів, яка являє собою втілення інноваційних технологій процесів управління інтелектуальною транспортною системою (ІТС) міста, зокрема з метою вирішення проблеми управління гнучкими системами міського громадського пасажирського електротранспорту (МГПЕТ) за рахунок забезпечення синхронізації матеріальних, фінансових та інформаційних потоків діяльності суб'єктів у системі за часом, за обсягом, у просторі та за рівнем якості. [3, 4] Впровадження інтегрованих транспортних технологій на основі ІТС забезпечує реалізацію концепції «розумного транспорту». Глибока інтеграція інформаційних технологій в об'єкти інфраструктури, рухомий склад та системи управління, зокрема з використанням даних та штучного інтелекту (ШІ), надає можливість реалізувати алгоритми маршрутизації МГПТ, інформаційного забезпечення процесу транспортного обслуговування населення, зокрема оптимізації розкладу руху, здійснення контролю за виконанням графіків руху в режимі реального часу; реалізувати автоматизовану

мультимодальну мобільність населення на основі надання пасажиру своєчасної та повної інформації, необхідної для планування та реалізації своїх поїздок. [5]

На підставі результатів проведеного аналізу на кафедрі транспортних технологій ХНАДУ розроблені напрямки вирішення існуючих проблем, які полягають у розробці та впровадженні інтегрованих технологій надання суспільно важливих послуг з перевезень пасажирів у великих містах, передбачаючи перехід на інтегровану систему МГПЕТ, засновану на інноваційних технологіях узгодження взаємодії різних видів електротранспорту. В перспективі практична реалізація заходів із залученням фінансових ресурсів, зокрема в рамках проекту «Міський громадський транспорт» в м. Харків [6], дозволить підвищити рівень якості і сталості послуг громадського транспорту за рахунок модернізації планування системи МГПЕТ та управління з єдиного центру рухом електротранспорту з забезпеченням належного рівня транспортної та екологічної безпеки населення.

[1] Проект Плану відновлення України 2022. URL: <https://recovery.gov.ua/>

[2] Транспортна модель агломерацій. URL: <https://decentralization.gov.ua/news/15211>

[3] Електротранспорт в час війни: транспортне майбутнє Чернігова та інших міст. URL: <https://hmarochos.kiev.ua/2022/05/09/elektrotransport-v-chas-vijny-transportne-majbutnye-chernigova-ta-inshyh-mist/>

[4] Концепція розвитку електромобільності Львова. URL: <http://www.eco-initiatives.org.ua/uploads/2017-11/koncepcija-rozvitku-elektromobilnosti-lvova.pdf>

[5] Розвиток транспорту з метою відновлення і зростання української економіки :наукова доповідь / за ред. д-ра екон. наук О.І. Никифорук . Київ. 2018. 200 с. Режим доступу: <http://ief.org.ua/docs/sr/300.pdf>

[6] Проект «Міський громадський транспорт». Фінансова угода між Україною та ЄІБ, 2016. URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/971\\_022-16#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/971_022-16#Text)

**УДК 656.2.08 : 004.588**

## **ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ПОБУДОВІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ РУХУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

## **APPLICATION OF INTELLIGENT TECHNOLOGIES IN THE FORMATION OF A TRAFFIC SAFETY MANAGEMENT SYSTEM AT RAILWAY TRANSPORT ENTERPRISES**

***Погорілий О.В.***

*Головний сервісний центр МВС України з питань впровадження цифрових інновацій (м. Київ)*

***Pohorilyi O.V.***

*The main service center of the Ukraine's MIA for the implementation of digital innovation (Kyiv)*

Війна між Україною та РФ, суттєво вплинула на розвиток та використання інтелектуальних технологій при побудові інформаційних систем на підприємствах залізничного транспорту. Безперечним гравцем у цій сфері

залишається АТ «Укрзалізниця» яка у своїй діяльності на протязі багатьох років створювала різні інформаційні системи, проте більшість із них є автономними та морально застарілими, що не дає змогу підприємству повноцінно використовувати сучасні можливості в цій сфері.

Слід також зазначити, що підприємства залізничного транспорту дуже інертно впроваджують норми «Положення про систему управління безпекою руху на залізничному транспорті», затверджено наказом МІУ від 24 грудня 2020 року № 842 та зареєстровано в Міністерстві юстиції України 19 березня 2021 р. за № 351/35973 [1].

Станом на третій квартал 2022 року на підприємствах залізничного транспорту України не існує єдиної інформаційної системи управління безпекою руху. Тому слід визначити актуальним та важливим розробку інформаційної системи для формування політики безпеки руху на підприємствах залізничного транспорту з використання сучасних інтелектуальних технологій, з метою створення єдиної інформаційної системи (далі – ІС)

В ході розробки технічного завдання на формування ІС було проаналізовано діючі інформаційні системи які в повсякденному бізнес-процесі використовує АТ «Укрзалізниця».

Окремим аспектом дослідження було питання цифрової трансформації АТ «Укрзалізниця» [3], використання концепцій INDUSTRY 4.0 та Промислового Інтернету Речей (ІІоТ). До ІІоТ-пристроїв слід віднести трекери, лічильники, охоронні системи, термінали, системи контролю за нагрівом буксового вузла, RFID зчитувачі та мітки.

За результатом такого аналізу, було запропоновано розробити єдину інформаційну систему управління безпекою руху (ІСУБР), яка отримала назву ІСУБР «ЗАЛІЗНИЧНИЙ ПОРТАЛ». Було визначено функціональні підсистеми ІСУБР стали [2]: Транспортні події, Документообіг, Внутрішній аудит, Реєстр ризиків, Реєстр роль-функції-повноваження, Додатково (Події, Нормативно правові акти, Шаблони документів, Тести, Зовнішні сервіси та інші).

Значна увага при проектуванні та розробці ІСУБР «ЗАЛІЗНИЧНИЙ ПОРТАЛ» була прикута до відповідності та функціональності підсистем управління Положенню про систему управління безпекою руху на залізничному транспорті [1] та іншим нормативно-правовим актам які регулюють діяльність підприємств залізничного транспорту.

Перспективним напрямком розвитку технологій ІІоТ є розробка нового модуля «ЦИФРОВА КОЛІЯ». Його основним завданням буде контроль якості та своєчасності регламентних робіт у колійному господарстві, поєднання різнорідних джерел інформації для автоматизованого аналізу та прийняття керівних рішень, управління процесами видачі та зняття обмежень швидкості руху при наявності критичних відхилень у колійному господарстві. Розроблено візію проекту побудови модуля, складові модулю (рис.1), перелік робіт в різних фазах діяльності колійного господарства.

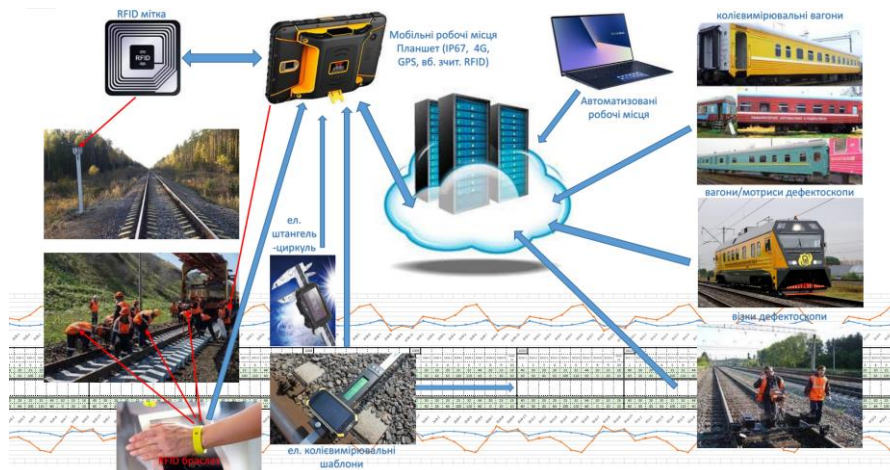


Рис. 1 – Складові модулю «ЦИФРОВА КОЛІЯ»

### Висновки

1. Створення ІСУБР «ЗАЛІЗНИЧНИЙ ПОРТАЛ» надало змогу стандартизувати облік та обробку інформації, запровадити єдиний підхід та формат внутрішніх нормативних документів: процедур, політик, положень, звітних форм, журналів, тощо.

2. Розробка модуля «ЦИФРОВА КОЛІЯ» в ІСУБР «ЗАЛІЗНИЧНИЙ ПОРТАЛ» дозволить автоматизовано без участі людини приймати чіткі управлінські рішення на основі Big Data.

1. Положення про систему управління безпекою руху на залізничному транспорті / Затверджено наказом МІУ від 24 грудня 2020 року № 842 та зареєстровано в Міністерстві юстиції України 19 березня 2021 р. за № 351/35973

2. Самсонкін В.М., Погорілий О.В., Підвищення рівня знань нормативних документів з безпеки руху на залізничному транспорті шляхом використання інформаційних систем. // Всеукраїнська наукова конференція «Логістика і транспортна безпека: проблеми та перспективи розвитку в контексті аналізу сучасних викликів, загроз», 28 жовтня 2022 року, м. Дніпро. – С.52-55.

3. Самсонкін В.М., Юрчак О.В. та інші. Дорожня карта цифрової трансформації залізничної галузі України. - Київ: АППАУ, 2018. – 27 с.

**УДК 004.89:656.078**

## **ОКРЕМІ ПИТАННЯ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ**

### **SEPARATE ISSUES OF DIGITAL TRANSFORMATION OF RAIL TRANSPORT IN UKRAINE**

*д.т.н. В.М.Самсонкін, д.т.н. В.К.Мироненко, О.В.Роговий  
Державний університет інфраструктури та технологій (м. Київ)*

*doc. of techn.Sc V.Samsonkin, doc. of techn.Sc V.Myronenko, O. Rohovyi State  
University of Infrastructure and Technologies (Kyiv)*

Чотири роки тому АППАУ (Асоціація промислових підприємств з автоматизації України) – провідний драйвер впровадження в Україні цифрових технологій – замовила дорожню карту цифрової трансформації на залізничному транспорті України, яка була розроблена та опублікована [1]. Ця робота виконувалась ініціативно фахівцями залізничної сфери економіки, науковцями та розробниками – учасниками АППАУ. Було викладено бачення авторів на концепцію та найближчі етапи впровадження технологій 4.0 на залізничному транспорті України.

Прийшов час проаналізувати прогноз дорожньої карти, що зроблено відповідно неї. Цьому й присвячена дана доповідь. Слід зазначити, що війна з РФ, яка йде в Україні, дала дуже великий поштовх розвитку цифрових технологій.

Перш за все чому саме дорожня карта? Дорожня карта - незамінний інструмент не тільки в плануванні, але і для координації та комунікацій різних команд та стейкохлдерів. Важливо відзначити, що дорожні карти в технічній сфері передбачають узгодженість із бізнес- та ринковими стратегіями вищих рівнів.

Прихід нових технологій 4.0, яких десятки створив додаткову невизначеність для технічних керівників. Ось тільки найбільш очевидні питання: наздоганяти 3.0 чи вже (де можливо) застосовувати 4.0, яка пріоритетність цих технологій, від чого залежить швидкість та успіх їхнього впровадження? І чи готові ми до цього?

При цьому всі ми давно усвідомлюємо темпи та швидкість, з якою мчить «поїзд інновацій 4.0» у розвинених країнах [2].

Розроблена дорожня карта [1] складається з семи розділів:

1) пасажирські та приміські перевезення, 2) вантажні перевезення, 3) управління інфраструктурою та рухомим складом, 4) виробництво, 5) сигналізація та інтероперабельність, 6) інжиніринг, 7) рух і безпека. Всього було запропоновано 25 можливих цифрових концепцій та 31 ймовірних рішень.

Слід зазначити, що впровадження цифрових технологій йде незалежно від бажань або планів АТ «Українська залізниця», бо це є основний напрямок технічного прогресу сьогодення.

В таблиці 1, наведено ті технології з дорожньої карти, які знайшли своє місце в технологічних процесах АТ «УЗ» та поріднених організаціях.

Таблиця 1. Цифрові концепції, які хоча б частково впроваджено

<i>Базові цифрові технології</i>	<i>Можлива цифрова концепція (аналог)</i>	<i>Технічні рішення</i>
<b>1. ПАСАЖИРСЬКІ ТА ПРИМІСЬКІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Широкосмуговий мобільний інтернет</li> <li>• Big Data</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Підключене приміське сполучення</li> <li>Інтелектуальна станція</li> <li>Розумний квиток</li> <li>Мобільність як послуга</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Порти доступу в інтернет (3G/4G потенціально 5G)</li> <li>Мобільні додатки, включаючи інтермодальні перевезення</li> </ul>

Analytics • Хмарні обчислення		Автоматичні системи продажу й контролю квитків
<b>2. ВАНТАЖНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Інтернет речей</li> <li>• Big Data Analytics</li> <li>• Хмарні обчислення</li> <li>• Робототехніка</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Логістика 4.0</li> <li>• Вантаж як послуга (FaaS)</li> <li>• Інтелектуальний локомотив</li> <li>• Інтелектуальний вантажний вагон</li> <li>• Єдина логістична платформа</li> <li>• Єдина дислокаційна база рухомого складу</li> <li>• SMART карта залізничного транспорту.</li> </ul>	Електронні супровідні документи та рахунки-фактури
		Використання дронів для контролю поїздів та забезпечення збереження вантажів
		Розробка програмного забезпечення відстеження даних ПС
		Розробка програмного забезпечення з інтеграцією всіх наявних баз та АРМ
<b>7. РУХ &amp; БЕЗПЕКА</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Інтернет речей</li> <li>• Big Data Analytics</li> <li>• Облачные вычисления</li> </ul>	Система підтримки	Розробка програмного забезпечення системи підтримки прийняття рішень

Таким чином з 31 ймовірного рішення реалізовано вісім, з семи напрямків почалась реалізація у трьох.

- [1] Самсонкин В.Н., Юрчак А.В., Кузьменко Д.М., Гаевский В.В. и др. Дорожная карта цифровой трансформации железнодорожной отрасли Украины. Версия 1.0. – Київ: АППАУ, 2018. – 27 с.
- [2] Самсонкін В.М., Погорілий О.В. Підвищення рівня знань нормативних документів з безпеки руху на залізничному транспорті шляхом використання інформаційних систем// Зб. наук. праць за матеріалами Всеукр. наук. конф. «Логістика і транспортна безпека: проблеми та перспективи розвитку в контексті аналізу сучасних викликів, загроз», Дніпро, 2022. – С.52-55.



Секція  
ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ ТА ЛОГІСТИКА

УДК 656.223:338.1

**УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ КОНТЕЙНЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ  
ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ**

**IMPROVING THE ORGANIZATION OF CONTAINER TRANSPORTATION  
BY RAILWAY TRANSPORT**

*Д.В. Ломотько<sup>1</sup>, доктор технічних наук, професор,  
М. Mezitis<sup>2</sup>, D. Sc. (Ing.), С.С. Кубинська<sup>1</sup>, В.О. Хламов<sup>1</sup>*

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

<sup>2</sup>*Науковий інститут Транспортна академія (Рига)*

*D.V. Lomotk<sup>1</sup>, D. Sc. (Tech.), M. Mezitis<sup>2</sup>, D. Sc. (Ing.), C.C. Kubynska<sup>1</sup>,  
V.O. Khlamov<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Ukrainian state university of railway transport (Kharkiv)*

<sup>2</sup>*Scientific Institution Transporta Akadēmija (Rīga)*

АТ Укрзалізниця займає провідне місце за обсягами вантажоперевезень всередині країни та відіграє важливу роль у транспортній мережі України. Основною тенденцією в розвитку вітчизняного та світового транспорту є швидкий ріст контейнерних перевезень, що в максимальній мірі відповідають вимогам ринкової економіки та сучасної складної ситуації в Україні. Контейнерні перевезення стають невід'ємною частиною товаросупровідної розподільчо-складської системи, досягається високий позатранспортний ефект від підвищення схоронності вантажів, значно прискорюється їх доставка, підвищується конкурентоспроможність та екологічність транспортної продукції.

Дана тема є актуальною на сьогоднішній день, оскільки основним сегментом транспортної системи України на сьогодні є залізниця, яка в свою чергу є частиною транспортної системи Європи і світу. Також останнім часом виникла нова хвиля інтересу до використання залізниць. Причинами стали наростання політичних та екологічних проблем, перевантаження автодорожньої мережі і загальносвітова тенденція до розвитку інтермодальних перевезень, основою яких на суші є залізниці.

Контейнеризація є радикальним прогресивним методом в організації процесу товарообміну. Удосконалення контейнерних і контрейлерних перевезень в Україні та підвищення їхньої якості дозволить:

- Скоротити витрати на тару, звести до мінімуму втрати вантажів.
- Виключити зайві операції, скоротити час перевезення.
- Знизити транспортні витрати і як наслідок собівартість продукції.

- Підвищити продуктивність транспортних засобів і механізмів.
- Ефективно використовувати сучасні підйомно-транспортні засоби.

Одним з кроків для оптимізації перевезень вантажів є розрахунок економічної ефективності впровадження прискорених маршрутних контейнерних поїздів. Проведені попередні дослідження показників економічної ефективності показують, що використання контейнерних поїздів дозволяє отримати наступний ефект:

- Економія від прискорення обігу вагона з контейнерам
- Економія від скорочення простою вагонів на одній технічній станції
- Економія від скорочення простою вагонів під однією вантажною операцією
- Економія від підвищення рівня збереженості вантажу під час перевезення

Досвід показує ефективність та економічну доцільність перевезення «нетрадиційних» для контейнерів вантажів, таких як зернові, продукти помелу та харчові рідкі вантажі (наприклад, соняшникова олія). Це стає можливим завдяки використанню спеціальних вкладишів до універсальних контейнерів (флекситанків), що, у свою чергу, дозволяє значно збільшити обсяги перевезення цих вантажів. За останні п'ять років флекситанки вийшли на новий рівень. Важливим чинником стало затверджене у 2010 році зведення правил СОА (Асоціація Власників Контейнерів). Відповідно з'явилися певні норми та стандарти виробництва флекситанків. Також необхідно відзначити, що на цьому етапі практично всі контейнерні лінії приймають вантаж у флекситанках до перевезення.

Таким чином, удосконалення перевезень вантажів у контейнерах істотно і позитивним чином вплине на основні показники якості перевезень, енергоефективності та безпеки у транспортному сегменті економіки України.

[1] Залізничний інформаційний портал [Електронний ресурс]: Медіацентр “ Магістраль” АТ “Укрзалізниця” Контейнерні перевезення - ключ до європейського ринку.-Режим доступу: <https://info.uz.ua> -(Дата звернення: 06.10.2022).

[2] Офіційний веб-сайт Укрзалізниці [Електронний ресурс]:інтермодальні перевезення. –Режим доступу: [www.uz.gov.ua](http://www.uz.gov.ua) –(Дата звернення 06.10.2022)

[3] Ломотько Д.В., Афанасов Г.М., Афанасова О.Ф. Контейнерізація як перспектива розвитку зернової логістики //Збірник тез доповідей в міжнародній науково-практичній конференції «Автомобільний транспорт та інфраструктура» (21-23 вересня 2022 року. Київ: НУБіП. – С. 11-12.

**УДК 656.223:699.812**

## **НЕОБХІДНІСТЬ ФОРМУВАННЯ ЄДИНОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО МИТНОГО ХАБУ ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ЗЕРНОВИХ І МАСЛЯНИЧНИХ КУЛЬТУР**

## **THE NEED FOR THE FORMATION OF A SINGLE INFORMATION AND CUSTOMS HUB FOR THE TRANSPORTATION OF GRAIN AND OIL CROPS**

*Д.В. Ломотько, доктор технічних наук, професор  
Д.В. Арсененко, канд. технічних наук, ст. викладач  
О.В. Олійник, магістрант*

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

*D.V. Lomotko, Doct. of techn. sciences,  
D. V.Arsenenko, PhD (Tech.)  
O.V. Oleinyk, graduate student*

*Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Стратегічний імпорт зернових та масляничних культур на сьогоднішній день вже не викликає необхідності дискусій. Залежність надходження валюти від експорту зернових та масляничних культур для стимулювання курсу національної валюти на сьогоднішній день стає стратегічним питанням. Обмежена можливість використовувати експортні портові потужності які зменшилися за найбільш оптимістичними прогнозами на 65% змушує оптимально використовувати альтернативні варіанти.

Зважаючи на географічне положення нашої країни очевидним варіантом на даному проміжку часу є експорт зернових вантажів через західні кордони Польщі, Словаччини та Угорщини. Більшість проблем під час пікового навантаження кордону [3] в березні та квітні поточного року а саме дефіцит локомотивної тяги та рухомого складу, оформлення заявок та формування відправок на даний момент мають незначну, проте позитивну динаміку. Однією із невирішених проблем залишається оформлення перевізних документів в умовах збільшення обсягів перевезення як залізничним так і автомобільним транспортом [1]. Зокрема актуальним питанням сьогодення є організація фітосанітарного контролю зернових та масляничних культур [2].

Аналіз роботи переходів по Львівській дорозі наведений на рис. 1 наявно демонструє що наявність вагонів із зерновими вантажами на переході в кількості більше 20ти призводить до створення більшої черги. Деякі переходи в звітних даних позбавленої подібної залежності, проте проведення консультацій стосовно цих питань із представниками залізничного та автомобільного транспорту змушують переконатися в зворотному.

Причиною такої залежності є несвоєчасне та нерівномірне зважаючи на графік роботи працівників фітосанітарного контролю проходження відповідного контролю, що створює фізичну чергу всіх вагонів на переході.

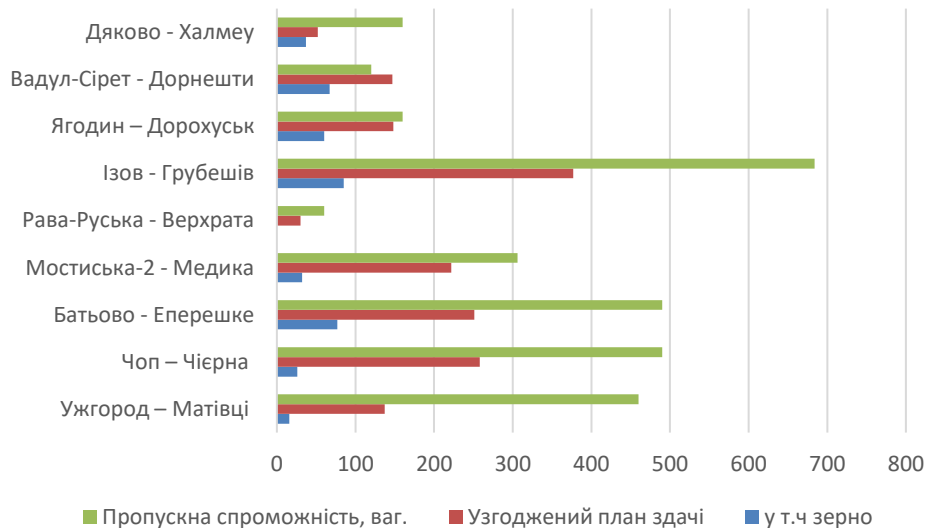


Рис. 1 Аналіз роботи прикордонних станцій Львівської залізниці за липень поточного року

Особливістю роботи західних партнерів України по обробці фітосанітарного контролю полягають в суттєвій різниці роботи вітчизняних експертів із іншими державами. Спрямованість вітчизняного ринку експорту зернових вантажів обумовлена залежністю ринку від своєчасних та водночас професійних рішень спеціалістів фітосанітарного контролю. Західні спеціалісти не мали до теперішнього часу ані практичного навантаження роботи у сьогоднішній умовах ані необхідності працювати в існуючому форматі навантаження. В результаті і без того завантажена та не пристосована система митного контролю зернових вантажів дає суттєву неефективність загальної роботи яка призводить до створення черг за які в кінцевому випадку змушені нести витрати виробники аграрної продукції.

Вирішення поставленого питання скорочення терміну часу загального обігу вагону за рахунок скорочення фітосанітарних операцій можливо за рахунок створення єдиного інформаційного майданчику [4]. Мета створення такого джерела дозволить прогнозувати транспортні потоки та створить можливість формувати мобільні групи працівників споріднених галузей.

Первинним джерелом інформації про необхідність використання спеціалістів спорідненої галузі можна використати дані, що автоматично надаються у СППР оперативного персоналу через АСК ПВ УЗ [5], експертні думки та інформацію автоматизованої системи «Месплан». Особливістю перевезення зернових та масляничних вантажів сьогодні слід вважати характер руху поїзда зокрема змушені простої на дільничних та сортувальних станціях в очікуванні тяги.

Вимоги та задачі до плануємої бази можна віднести наступні :

- Створення заявок на спеціалізований огляд завантаженої одиниці рухомого складу;
- Можливість проходження огляду фітосанітарного контролю мобільними

групами працівників із працівниками ПКО та ПТО на відповідних коліях сортувальних та дільничних станціях;

- Формування єдиної законодавчої бази та ключових відповідних вимог для формування підсумкового документу який відповідатиме вимогам обох сторін.

[1] Черги на кордоні України та Польщі: українська сторона розробила рекомендації для поляків URL: [https://logist.today/dnevnik\\_logista/2022-09-08/ocheredi-na-granitse-ukrainy-i-polshi-ukrainskaya-storona-razrabotala-rekomendatsii-dlya-polyakov/](https://logist.today/dnevnik_logista/2022-09-08/ocheredi-na-granitse-ukrainy-i-polshi-ukrainskaya-storona-razrabotala-rekomendatsii-dlya-polyakov/)

[2] Польща: МВС відповіло на запит перевізників щодо дій щодо зменшення черг вантажівок на українсько-польському кордоні URL: [https://logist.today/dnevnik\\_logista/2022-10-08/polsha-mvd-otvetilo-na-zapros-perevozchikov-o-dejstviyah-po-umensheniyu-ocheredej-gruzovikov-na-ukrainsko-polskoj-granitse/](https://logist.today/dnevnik_logista/2022-10-08/polsha-mvd-otvetilo-na-zapros-perevozchikov-o-dejstviyah-po-umensheniyu-ocheredej-gruzovikov-na-ukrainsko-polskoj-granitse/)

[3] Костенніков О. М. Дослідження сезонної нерівномірності перевезень вантажів та її вплив на організацію місцевої роботи дільниць. Зб. наук. праць Укр. держ. університету залізнич. трансп. Харків: УкрДУЗТ, 2015. Вип.152. С. 15—20.

[4] Ломотько Д. В., Арсененко Д. В. Методология формирования эффективной логистической технологии перевозок в железнодорожном межгосударственном сообщении. Залізничний транспорт України. 2015. - Вип. 1. С. 11-17.

[5] О. Ю. Папахов, А. М. Огороков, О. М. Логвінов Інформаційне забезпечення організації вагонопотоків в умовах функціонування АСК ВП УЗ. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна Дніпропетровськ, 2008. № 6. С. 155—157.

**УДК 656.223**

## **УПРАВЛІННЯ І ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВІЗНОГО ПРОЦЕСУ ХАРЧОВИХ НАЛИВНИХ ВАНТАЖІВ У КОНТЕЙНЕРАХ НА БАЗІ ЛОГІСТИЧНИХ ПРИНЦИПІВ**

## **MANAGEMENT AND IMPROVEMENT OF THE EFFICIENCY OF THE TRANSPORTATION PROCESS OF BULK FOOD CARGO IN CONTAINERS ON THE BASE OF LOGISTICS PRINCIPLES**

*докт. техн. наук Д.В. Ломотько<sup>1</sup>, канд. техн. наук Г.М. Афанасов<sup>1</sup>  
J. Wojciechowski<sup>2</sup>, PhD. (Eng.) Associate Professor  
аспірант О.Ф. Афанасова<sup>1</sup>*

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

<sup>2</sup>Kazimierz Pulaski University of Technology and Humanities (Radom, Poland)

*D.V. Lomotko<sup>1</sup> D. Sc. (Tech.), H.M. Afanasov<sup>1</sup> PhD (Tech)  
J. Wojciechowski<sup>2</sup>, PhD. (Eng.) Associate Professor  
O.F. Afanasova<sup>1</sup>, graduate student*

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

<sup>2</sup>Kazimierz Pulaski University of Technology and Humanities (Radom, Poland)

Економічна інтеграція України до міжнародної торгової системи, нарощування та різноманітність обсягів вантажоперевезень безпосередньо впливають на розвиток ринку логістичних послуг. Наразі контейнерне транспортування є найбільш актуальним та популярним способом

вантажоперевезень, що використовується у мультимодальних та інтермодальних логістичних ланцюгах. Під час доставки вантажу в контейнері можливе використання різних видів транспорту: морського, сухопутного, повітряного. Номенклатура вантажів, які можливо перевозити у контейнері постійно розширюється. Найбільший сегмент галузі контейнерних вантажоперевезень займає транспортування автомобільним транспортом, проте залізничні контейнерні перевезення вантажів набувають великих перспектив для розвитку в Україні внаслідок високої економічної ефективності.

В даний складний для країни час, поки Польща і Україна розробляють проект прокладання трубопроводу від Яготина до Гданська для транспортування соняшникової олії з України, існує гостра потреба в експорті олії та інших харчових наливних вантажів. В умовах війни та браку обладнання спостерігаються наступні основні проблеми в цьому секторі: відсутні танк-контейнери або їх недостатньо для необхідного обсягу, складності з очищенням від залишків та поверненням танк-контейнера назад, недостатня кількість рухомого складу для перевезення контейнерів. Тому сектор виробництва олії у вітчизняній економіці постійно отримує збитки.

Вирішенням цієї проблеми може бути використання спеціалізованої тари на основі флексі-технологій, таких як флексі-танки та флексі-трейлери, та створення нових форм експедиторської діяльності. Флексі-танк та флексі-трейлер – це ефективна альтернатива традиційним цистернам, танк-контейнерам, бочкам або іншій тарі для транспортування та зберігання промислових обсягів наливних матеріалів. Вони являють собою гнучку полімерну ємність об'ємом до 24 тис. л, призначену для перевезення рідких вантажів у 20 -футових Dry Freight, 40-футових High Cube та 40-футових Reefer High Cube контейнерах. Як правило, флексі-танки одноразові та їх не треба мити, вони легко утилізуються. А відсутність необхідності перевантаження вантажу при змішаних перевезеннях та переході на іншу колію при перевезенні залізницею, значно прискорює оборот контейнерів.

У управлінні логістичними операціями вирішальну роль відіграє можливість оперативного обміну. Для сфери контейнерних, мультимодальних перевезень важливою метою є підключення до єдиної цифрової логістичної системи, що дозволить суттєво спростити документообіг та обробку інформації під час транспортування різноманітних вантажів. Разом зі збільшенням експорту олії та, відповідно, потреби у контейнерних перевезеннях в Україні, виникає необхідність підвищення якості транспортних послуг, забезпечення надійної та передбачуваної доставки товарів, пошуку інноваційних шляхів для модернізації галузі контейнерних перевезень. Розробка технічних умов перевезень наливних вантажів, екологічна оцінка та розробка рекомендацій щодо використання флексі-танків на підставі порівняльних техніко-економічних розрахунків транспортування рідкої продукції в контейнерах з використанням флексі-технологій, аналіз науково-методологічних підходів до організації технологічного забезпечення контейнерних перевезень харчових наливних вантажів.

Таким чином, для того, щоб відповідати щорічному збільшенню обсягу ринку, сектор контейнерних перевезень України повинен розвиватися, спираючись на застосування інноваційних інформаційних технологій та рішень, необхідно оновлювати наявне комунікаційне обладнання, впроваджувати цифрові технології, збільшувати транспортні потужності. Також високий потенціал має розробка, виробництво та впровадження композитних контейнерів із збільшеною вантажопідйомністю та терміном корисного використання. Оскільки слід прогнозувати появу інноваційних видів тари для контейнерних перевезень, що використовує сучасні матеріали, технології та конструкційні рішення, потребує пильної уваги проблема оснащення транспортних засобів, логістичних центрів обладнанням та технологіями, здатними взаємодіяти з інноваційними рішеннями. Зазначені напрями розвитку контейнерних перевезень є для окремих компаній-операторів дорогими та складними, але за підтримки держави їх реалізація принесе високу окупність та широкі економічні перспективи. Як варіант шляху вирішення цих завдань можливо запропонувати створення Єдиного вітчизняного інтермодального оператора європейського рівня.

[1] V Агрополітичний форум: державна підтримка та відновлення агросектору після Перемоги [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/news/v-ahropolitychnyi-forum-derzhavna-pidtrymka-ta-vidnovlennia-ahrosektoru-pislia-peremohy>

[2] Перспективи використання флексі-танків для перевезення олії [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.railinsider.com.ua/perspektyvy-vykorystannya-fleksi-tankiv-dlya-perevezennya-oliyi/>

[3] Ломотько Д. В. Новий підхід до управління перевезеннями вантажів у мультимодальних транспортних системах / Д. В. Ломотько, Г. О. Примаченко // Інтелектуальні транспортні технології : тези доповідей 2-ої міжнародної науково-технічної конференції (27-29 квітня 2021 р.). – Харків : УкрДУЗТ, 2021. – С. 75-77.

**УДК 656.13:656.212**

## **АНАЛІЗ АКТУАЛЬНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗА УЧАСТЮ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ У СУЧАСНИХ УМОВАХ**

### **ANALYSIS OF THE RELEVANCE OF THE ORGANIZATION OF MULTIMODAL TRANSPORTATION WITH THE PARTICIPATION OF RAIL TRANSPORT IN MODERN CONDITIONS**

*доктор техн. наук Д.В. Ломотько<sup>1</sup>, канд. техн. наук Г.О. Примаченко<sup>1</sup>*  
*<sup>1</sup>Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*D.V. Lomotko<sup>1</sup>, Dr. (Tech.), H.O. Prymachenko<sup>1</sup>, PhD (Tech.)*  
*<sup>1</sup>Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

У роботі проведено аналіз досліджень систем і процесів мультимодальних перевезень (МП) масових вантажів (перевезень вантажів двома або більше

видами транспорту на підставі договору МП, що здійснюється за документом МП [1]). З метою дослідження актуальності МП за участю залізничного транспорту України у сучасних умовах вирішено провести аналіз наукових досліджень, присвячених системам та процесу доставки вантажів при МП. Аналіз законодавчої бази з цього питання дозволив виявити сучасний стан залізничної складової транспортно обслуговування вантажопотоків внутрішнього та міжнародного сполучення. Прийняти рішення чи є актуальними МП у сучасних умовах для України дозволив аналіз статистичної інформації щодо обсягів вантажних перевезень (рисунок 1).



Рис. 1. Динаміка перевезень вантажів за видами транспорту, млн т [2]

У процесі формалізації систем доставки при МП масових вантажів за участю залізничного транспорту прийнято рішення побудувати структурну схему системи доставки вантажів та концептуальну схему її формування. Для цього використано теоретико-множинний підхід до ідентифікації структури системи доставки вантажів при МП. Проведена формалізація множини елементів мультимодальних транспортних систем (МТС) [3, 4], як складових системи доставки, а саме, теоретико-множинна формалізація ринка транспортних послуг, формування системи доставки з урахуванням технологічних особливостей та комерційних умов організації МП вантажів. Сформовано модель визначення обсягів перевезень при взаємодії залізничного і морського транспорту при МП масових вантажів, як основних перевізників масових вантажів, що становлять значну частину світової зовнішньої торгівлі (більше 50% усіх вантажних перевезень у світі – це перевезення масових вантажів, середньорічні обсяги перевезень – 5,5-6 млрд т, більше 70% доставляється морським транспортом, а до портів близько 70% - залізничним транспортом) [2]. У сучасних умовах акцент зроблено на формуванні структури системи доставки вантажів за участю залізничного транспорту.

Формалізація роботи залізничного транспорту в процесі доставки вантажів при МП базується на аналізі системи доставки вантажів як сукупності виробничих процесів її елементів, декомпозиції процесу доставки товарів за участю залізничного транспорту на основі процесного підходу та дослідження причинно-наслідкових зв'язків складових роботи залізничного транспорту.



Удосконалення організації роботи залізничного транспорту в системах доставки масових вантажів планується на основі формування класифікації систем доставки вантажів з позицій обслуговування їх залізничним транспортом та теоретико-ігровій постановці задачі формування ресурсів залізничного транспорту.

Управління часовими параметрами МТС з урахуванням вимог систем доставки здійснено на основі формування та оцінки тривалості простоїв залізничних вагонів з урахуванням умов договору перевезення вантажу та оцінки часу вірогідного прибуття вантажу до пунктів завантаження і розвантаження.

Таким чином, основною причиною сприяння розвитку МП за участю залізничного транспорту є турбота держави про забезпечення якісного, не шкідливого для екологічного стану довкілля стратегічного значення залізничного транспорту не тільки в економіці України і країн Європейського Союзу, а також й в оборонному аспекті їх існування. Формалізований опис процесу залучення залізничного транспорту для перевезення вантажів при МП дозволив ідентифікувати вплив формулювань умов договору перевезення на успішність його укладання та на ефективність систем підтримки прийняття рішень при організації та управлінні роботою залізничного транспорту в системах МП масових вантажів.

[1] Закон України «Про мультимодальні перевезення» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1887-20#Text>

[2] Українська статистика. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/>

[3] Ломотько Д. В. Методологічний підхід до формалізації процесу функціонування динамічних мультимодальних транспортних систем / Д. В. Ломотько, Г. О. Примаченко. - Науково-технічний журнал «Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті». – Х., 2021. – №1. – С. 30-37. – URL: <http://jiks.kart.edu.ua/article/view/229070>

[4] Клименко В. Інтеграція транспорту в мультимодальних системах / Науково-технічні дослідження у галузі транспорту: колективна монографія / за заг. ред. Д.В. Ломотька. – Академія технічних наук України. – Івано-Франківськ: Видавець Кушнір Г.М. – 2022. Т2. – 216 с. – С. 6-41.

**УДК 629.4**

**РАЗВИТИЕ КОНСТРУКЦИЙ АВТОНОМНЫХ ТЯГОВЫХ МОДУЛЕЙ  
ДЛЯ ИНТЕРКОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВЫХ И  
ПАССАЖИРСКИХ ПОЕЗДОВ**

**DEVELOPMENT OF DESIGNS OF AUTONOMOUS TRACTION MODULES  
FOR INTERCONTINENTAL TRANSPORTATION OF FREIGHT AND  
PASSENGER TRAINS**

*Магістр –інж. Франтишек Буреш  
АО «Украинская железная дорога»*

*Mgs.Eng. Frantisek Bures  
JSC "Ukrainian Railways"*

Разработка перспективных тяговых транспортных средств, как известно, требует применения инновационных технических решений. Автономные тяговые модули, как известно, уже активно находят применение на железнодорожных линиях и приобретают популярность при обеспечении как пассажирских, так и грузовых перевозок на железных дорогах разных стран.

Автором разработаны концептуальные технические решения конструкций тележек для автономных тяговых модулей, которые могут быть использованы для перевозки грузовых и пассажирских поездов в межгосударственном и в интерконтинентальном сообщении Европа - Азия - Дальний Восток. К основным особенностям предлагаемых тележек относятся следующие преимущества: возможность эксплуатации на железных дорогах различных стандартов ширины колеи, улучшенные динамические качества, индивидуальная система торможения, повышенный ресурс базовых элементов и систем. Основные конструктивные элементы разработаны с учетом недостатков существующих конструкций, что позволяет существенно улучшить как технические характеристики, так и экономическую эффективность их использования в межгосударственном сообщении.

Автором разработана специальная математическая модель динамики рельсового экипажа и выполнены теоретические исследования динамических качеств автономных тяговых модулей с универсальными тележками при движении по прямолинейным и криволинейным участкам железнодорожного пути. Анализ результатов исследований свидетельствует о правильности выбранных технических решений.

Таким образом, автором предложены технические решения и получены результаты теоретических исследований динамики универсальных тележек для железнодорожных автономных тяговых модулей, которые учитывают перспективные условия эксплуатации и требования интероперабельности для различных железных дорог Европы и Азии.

**УДК 656.073**

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ВАНТАЖНОЇ ТА КОМЕРЦІЙНОЇ РОБОТИ СТАНЦІЙ ВІДПРАВЛЕННЯ ТА ПРИЗНАЧЕННЯ ВАНТАЖУ**

## **IMPROVEMENT OF FREIGHT AND COMMERCIAL WORK OF SHIPPING AND DESTINATION STATIONS**

*канд. техн. наук Г.Є. Богомазова, канд. техн. наук С.М. Продащук,  
студенти Т.В. Сіверська, Т.К. Жукова*  
*Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

Економічний розвиток нашої країни безпосередньо залежить від сталої роботи залізничного транспорту. На теперішній час спостерігається застаріла форма управління ресурсами залізниці, що не відповідає актуальним тенденціям світового транспортного ринку. Недостатність заходів щодо раціонального управління інфраструктурою та об'єктами залізничного транспорту, низький рівень впровадження сучасних технологій та реалізації інноваційної політики веде до зниження рівня конкурентоспроможності залізничної галузі.

Невід'ємною роботою будь-якої станції, дирекції, що здійснюють приймання – відправлення вантажів є вантажна та комерційна робота. На даний час вантажне господарство є одним з провідних на залізничному транспорті країни, а вантажна робота забезпечує основні прибутки залізниць. Покращення організації вантажної і комерційної роботи станцій та під'їзних колій спрямоване на забезпечення повного задоволення потреб країни в перевезеннях вантажів з мінімальною втратою технічних засобів та грошових коштів. До комерційної роботи відноситься комплекс дій, що направлені на найбільш ефективно надання послуг транспортних підприємств споживачам. Метою комерційної експлуатації є задоволення потреб вантажовідправників і вантажоодержувачів та потенційних пасажирів, досягнення переваги над конкурентами (іншими видами транспорту) за якістю транспортних послуг, забезпечення запланованих обсягів перевезень вантажів і пасажирів, досягнення запланованих розмірів прибутку. І саме тому необхідно завчасно усувати недоліки та удосконалювати вантажну та комерційну роботу станцій відправлення та призначення вантажу.

Як показав аналіз роботи Дніпровської дирекції залізничних перевезень дирекція перевиконала план по ряду показників використання рухомого складу, але, поряд з цим, є й незадовільні показники. Найбільше недовиконання плану допущено при такому показнику, як середній час знаходження вагону під однією вантажною операцією. Відсутність необхідної кількості технічно справного рухомого складу у встановлені терміни веде до збільшення часу знаходження вантажу у вантажовідправника та підвищення його фінансових втрат. Крім того, проти української залізниці працюють зміни в логістиці, які не завжди вдається передбачити та знівелювати. Все це негативно впливає на перевезення вантажів територією України [1].

Сьогоднішній рівень транспортного обслуговування виробничих підрозділів не задовольняє у повній мірі вимоги всіх учасників транспортно-виробничого ланцюга транспортування вантажу. Навіть при наявності резерву залізничного рухомого складу промислові підприємства та залізниці несуть виробничі втрати через несвоєчасне транспортне обслуговування та штрафні виплати через невиконання умов договору [2]. І саме на удосконалені, тобто зменшені часу знаходження рухомого складу під однією вантажною операцією, ґрунтується надане дослідження.

Основними причинами збільшення простою вагонів під однією вантажною операцією є неузгодженість роботи станцій відправлення та призначення (навантаження та вивантаження) вантажів із під'їзними коліями підприємств. Цей час підпорядковується нормальному закону розподілу. У середньому час від прибуття до подачі вагонів на колії підприємств під вивантаження або під навантаження перевищують плановий показник на 4,98 годин. Для того, щоб зменшити такий показник і привести його до планового, в роботі пропонується удосконалити та ввести в дію автоматизоване робоче місце логіста. Така автоматизована система сприятиме якісному обслуговуванню клієнтів залізниці, завчасному попередженню учасників перевезення про неспроможність прийняти або обробити вагони, що надходять на їх адресу, оперативному інформуванню як працівників залізниці, так і вантажовласників про можливі затримки у перевізному процесі. Тобто логіст виступає у якості посередника між залізницею та клієнтом, що веде до підвищення конкурентоспроможності залізничного транспорту.

[1] Butko T., Kostiennikov 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.

[2] Baulina H.S., Bohomazova H.Ye., Prodashchuk S.M. Formation of a rational technology for service cargo points at railway connecting lines of industrial enterprises. *Revista De La Universidad Del Zulia*. 2022. Año 13, N° 36. P. 357 – 372.

**УДК 656.1**

## **ПРИЧИНИ ЗМІНИ ШВИДКОСТІ РУХУ АВТОМОБІЛІВ У ПЛАНІ КООРДИНАЦІЇ НА ПР.НАУКИ В М.ХАРКОВІ**

### **REASONS FOR THE VEHICLE TRAFFIC SPEED CHANGE IN THE PLAN OF COORDINATION ON NAUKY AVENUE IN KHARKIV**

*д.т.н. П.Ф. Горбачов, к.т.н. Свічинський С.В., аспірант І.В. Литвиненко  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

*Dr.Sc. (Tech) P. Horbachov, PhD S. Svichynskiy, postgraduate I. Lytvynenko  
Kharkiv National Automobile and Highway University*

Фундаментальна діаграма транспортного потоку [1], як відображення зв'язків між інтенсивністю, швидкістю та щільністю транспортного потоку, є основою теорії транспортних потоків та транспортного планування. Згідно неї збільшення інтенсивності транспортного потоку на ділянці автомобільної дороги спочатку приводить до зростання середньої швидкості руху транспортних засобів, а потім, починаючи з деякого критичного значення інтенсивності, швидкість починає зменшуватися. Єдиною причиною зменшення швидкості при цьому вважається підвищення щільності

транспортного потоку, яке викликає бажання водіїв зменшувати швидкість задля забезпечення безпечної дистанції руху [2].

Останні роки ця діаграма піддається значної критиці [3], хоча її автори не спростовують ані наявності описаних вище зв'язків, ані причин їх існування, а лише пропонують більш вдалі, на їх погляд, моделі для опису існуючих закономірностей. Але всі створені на цей час математичні моделі зв'язків між інтенсивністю, швидкістю та щільністю транспортного потоку носять лише описовий характер та не можуть вважатися ґрунтовним поясненням причин виникнення цих закономірностей. А саме визначення реальних причин існування стійких закономірностей у транспортному потоці створює можливості для покращення умов руху в містах, що є дуже актуальним питанням для міського часу. З цієї точки зору цікавими виявляються результати порівняльної оцінки швидкості руху автомобілів на вулично-дорожньої мережі, що оточує фрагмент просп. Науки від просп. Незалежності до вул. Мінської із загальною протяжністю ділянок у 6,64 км, до та після впровадження плану магістральної координації наприкінці грудня 2021 року.

Швидкість руху оцінювалася за допомогою даних сервісу компанії TomTom, яка аналізує та надає користувачам дані про знеособлені треки автомобільних поїздок з фіксацією часу, розташування та поточної швидкості автомобіля. Це забезпечує абсолютну об'єктивність та точність результатів оцінки параметрів транспортних потоків. В аналізі порівнювались дані про рух на досліджуваному фрагменті мережі по робочих днях двох останніх тижнів січня 2021 та 2022 року.

Основним результатом аналізу став висновок про суттєве зростання за рік інтенсивності трафіку на всіх ділянках фрагменту, в середньому на 42,86 % та зростання середньої швидкості руху всіх автомобілів на мережі на 8,12 %. Але найбільш цікавими виявилися результати саме на від'їздах від проспекту по другорядних вулицях, загальна протяжність яких дорівнює 1,32 км та на які цей план не здійснив жодного впливу. При збільшенні трафіку в середньому на 34,71 %, на них спостерігалось зменшення середньої швидкості на 3,47 %, з 28,01 до 27,04 км/г., що ніяк не може вважатися випадковим на фоні зміни швидкості на інших видах ділянок. Такі зміни не можуть бути пояснені прагненням водіїв до безпеки дорожнього руху, оскільки ці швидкості ще дуже далекі від критичних значень, тому слід шукати інше пояснення цьому явищу. Основою для цього стала відома та стійка закономірність, згідно з якою значення швидкості різних автомобілів у вільних умовах руху відповідають нормальному закону розподілу [4]. Це свідчить про наявність серед учасників руху осіб з різними уподобаннями відносно швидкості. Ще одною передумовою для формулювання робочої гіпотези стали умови руху на досліджуваних від'їздах, для яких у години основного навантаження характерна наявність лише однієї смуги руху, завдяки припаркованим автомобілям. Це повністю обмежує випередження повільних автомобілів водіями, які віддають перевагу більш швидкому руху.

Так як вважати, що розподіл у потоці водіїв, за ставленням до швидкості руху, змінився протягом року помітним чином, причин не існує, була висунута

робоча гіпотеза, яка полягає в тому, що причиною зменшення швидкості руху автомобілів на від'їздах від проспекту по другорядних вулицях при зростанні трафіку є збільшення впливу на швидкість «повільних» автомобілів. Іншою мовою: збільшення «повільних» автомобілів у потоці пропорційно загальному росту трафіку, при обмеженнях по їх випередженню, призводить до падіння середньої швидкості руху. Ця гіпотеза суттєво відрізняється від основного пояснення зв'язків між параметрами транспортного потоку.

Вона була перевірена, та не спростована, на числових прикладах з випадковим порядком автомобілів у черзі, які роз'їжджаються по одній смузі без обгонів. Але для повної реалізації цієї гіпотези необхідне створення відповідного теоретичного апарату та повноцінна експериментальна перевірка. У випадку повного підтвердження цієї гіпотези, можливо створення нового аналітичного апарату для моделювання транспортного потоку, який допоможе об'єктивно прогнозувати його стан з врахуванням випадкового характеру руху автомобілів.

Не зважаючи на те, що розглянута ситуація є крайнім випадком умов руху, ця гіпотеза є корисною й для більш загальних умов з можливістю обгонів. Оскільки зростання інтенсивності трафіку приводить до підвищення щільності потоку, це ускладнює умови випередження «повільних» автомобілів та робить їх не можливими у щільному потоці. Належний аналітичний опис цих двох процесів: збільшення кількості «повільних» автомобілів та зменшення ймовірності їх випередження, надасть бажану модель транспортного потоку.

[1] May, A.D. Traffic Flow Fundamentals, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1990. – 464 P.

[2] Inose H., Hamada T. Road Traffic Control. University of Tokyo Press, 1976. – 331 P.

[3] Wanga H., Li J., Chen Q.-Y., Ni D. Logistic modeling of the equilibrium speed–density relationship Transportation Research Part A, 45, 2011. Pp. 554–566.

[4] Vadeby A., Forsman A. Speed distribution and traffic safety measures. Transport Solutions: From Research to Deployment: Transport Research Arena conference (14/17 April 2014). Paris, 2014. – 10 P.

**УДК 656.025**

**ЩОДО ПИТАННЯ ВИБОРУ АВТОМОБІЛЬНИХ МАРШРУТІВ  
ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ В РАМКАХ МІЖНАРОДНИХ  
ТРАНСПОРТНИХ КОРИДОРІВ**

**CONCERNING THE ISSUE OF CHOOSING OF ROAD ROUTES FOR THE  
CARGO'S TRANSPORTATION WITHIN INTERNATIONAL TRANSPORT  
CORRIDORS**

***А.А. Горєлова***

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет (Харків)*

***A.A. Gorelova***

*Kharkiv National Automobile and Highway University (Kharkiv)*

Особливе географічне положення України, сприяє їй займати одне з перших місць в Європі за своїм транзитним потенціалом, і як наслідок наявність діючих міжнародних транспортних коридорів (МТК), автомобільних магістралей міжнародного та європейського значення, великих транспортних вузлів, висуває підвищені вимоги до системи управління перевезеннями вантажів.

З початку воєнного стану дорожня та залізнична інфраструктура виконувала важливі функції – забезпечення евакуації та переміщення населення, переміщення військової техніки та гуманітарних вантажів, забезпечення функціонування економіки, соціальної сфери та галузей промисловості країни. Одним із основних завдань стратегічних ініціатив в галузі залишається забезпечення безперешкодного експорту та оперативне ввезення гуманітарних та оборонних вантажів на територію України. [1] Актуальність питання щодо вибору автомобільних маршрутів перевезень вантажів в рамках МТК обумовлено, зокрема, ключовими викликами в сфері міжнародних перевезень вантажів в сучасних умовах. Такими ключовими викликами вважаються: необхідність пошуку комплексних підходів до організації перевезень у міжнародному сполученні в зв'язку розривом існуючих транспортно-логістичних ланцюгів перевезень на тлі військових дій; низький рівень інтеграції українських транспортних мереж до Європейської транспортної мережі TEN-T; низький рівень інтероперабельності транспортної системи України та мала частка інтермодальних перевезень при міжнародних перевезеннях вантажів, технічне та технологічне відставання при організації перевезень. Вирішення існуючих проблем підвищення ефективності перевезень вантажів маршрутами МТК потребує застосування науково обґрунтованих підходів та механізмів, які б забезпечували ефективне управління взаємодією різних видів транспорту за умовою впровадження сучасних транспортних технологій.

Особливості кожного виду транспорту, технічні та технологічні особливості та відмінності визначають межі його використання на транспортному ринку, та відповідно, сприяють конкуренції та взаємодії видів транспорту, зокрема, при здійсненні міжнародних перевезень у межах МТК. Основною ідеєю системи доставки вантажів у МТК є планування, управління і контроль будь-якої діяльності, усіх матеріальних та інформаційних потоків системи.

Питанню управління вантажопотоками в рамках МТК приділяється багато уваги вітчизняними та закордонними вченими. При вирішенні задачі вибору автомобільних маршрутів перевезень вантажів в рамках МТК застосовуються такі методи, як: зведення незбалансованих за обсягами перевезень вантажопотоків до закритого виду, розв'язання транспортної задачі про призначення, оптимізації перевезень при наявності обмежень на пропускні здатності комунікацій і самих транспортних вузлів, оптимізації перевезень при наявності обмежень на час перевезень, знаходження найкоротших шляхів у мережевих моделях вантажних перевезень. Використання цих методів в основі комплексного підходу в поєднанні з інтелектуалізацією транспортних систем

дозволить підвищити ефективність організації перевезень вантажів автомобільними маршрутами в рамках МТК.

[1] Проект Плану відновлення України 2022. URL: <https://recovery.gov.ua/>

[2] Пилипенко Ю.В. Підвищення ефективності управління вантажопотоками в міжнародних транспортних коридорах: дис. ...канд.техн.наук: 05.22.01. Київ, 2019. 232 с.

**УДК 656.168**

## **СУЧАСНІ ПРИНЦИПИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ**

### **MODERN PRINCIPLES OF OPERATION OF THE TRANSPORT AND LOGISTICS SYSTEM**

*Н.В. Гриценко<sup>1</sup>, канд. екон. наук, доцент*

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

*N. V. Hrytsenko<sup>1</sup>, PhD (Econ.)*

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

Сучасне функціонування та розвиток транспортної логістики має ґрунтуватися на поєднанні економічних інтересів відправника, транспортного підприємства та одержувача на базі створення комплексних транспортно-технологічних систем, при яких рухомий склад виробників, споживачів і транспортників використовується кооперовано. Фундаментальний принцип логістики доставки вантажів з високою ефективністю роботи системи, має бути здійснено на розробленні єдиного технологічного процесу виробничо-транспортної системи. Мається на увазі комплексна технологія, у рамках якої, керуючись системним підходом, здійснюється чітка взаємодія всіх елементів логістичної системи. Ключова роль транспортування у логістиці пояснюється не тільки великою питомою вагою транспортних витрат у загальному складі логістичних витрат, але й тим, що без транспортування неможливе саме існування матеріального потоку [1].

Ідеї логістики використовуються при організації перевезення масових вантажів технологічними маршрутами, у єдиних технологічних процесах транспортних вузлів, залізничних станцій і під'їзних шляхів підприємств при транспортно-експедиційному обслуговуванні, організації контейнерних і пакетних перевезень. Створення транспортно-логістичних систем потребує використання функціонального підходу. При його реалізації ланцюжок розвитку підприємства має вигляд:

- потреби вантажовласників;
- функції транспортно-логістичних систем;
- цілі функціонування транспортно-логістичних систем;
- синтез організаційної структури транспортно-логістичних систем [3].



Реалізація функціонального підходу дозволяє застосовувати нові рішення в області організаційної структури підприємства, зокрема заснованої на ідеях реінжинірингу, а також врахувати один з принципів логістики - орієнтацію на споживача. При створенні нових транспортно-логістичних систем і моделюванні процесу їх функціонування необхідно застосовувати не "реактивний" підхід до управління власністю, а "проактивний". У цьому випадку при управлінні інфраструктурою враховується довгострокова перспектива розвитку транспортно-логістичних систем, а не тільки реакція на поточні зміни ситуації на транспортному ринку. До задачі стратегічного планування відноситься і визначення нормативів, що забезпечують зниження експлуатаційних витрат у період спаду перевезень і підвищення надійності в період збільшення розмірів переробки вантажопотоків [4].

В даний час власність необхідно розглядати як ключовий ресурс, наявність якого забезпечує підвищення загальної ефективності діяльності транспортно-логістичних систем і реалізацію її стратегії. Для України сьогодні можна виділити низку потреб, реалізація яких буде сприяти розвитку ринку транспортно-логістичних послуг та інфраструктури транспортної галузі, процесу інтеграції транспортно-логістичної системи України в європейський субрегіональний простір. Сьогодні державою створена «Транспортна Стратегія розвитку до 2030 року», якою визначено головні напрямки розвитку транспортної системи України [1,2].

В цьому контексті виникає необхідність здійснення заходів щодо участі приватного сектора у розвитку інфраструктури. Імплементация успішної програми залежить від таких важливих передумов:

- активна участь уряду в плануванні логістичних систем;
- тверда прихильність до приватного фінансування;
- прийняття розподілу ризиків між приватним і державним секторами;
- сильні місцеві ринки капіталу та підприємницький приватний сектор [2,3].

Також, це потреба підтримки державного контролю за політикою захисту прав споживачів для участі приватного сектора у розвитку інфраструктури логістики. Домовленості між урядом України та приватним сектором повинні охоплювати як аспекти ціноутворення (прямі та непрямі видатки), положення щодо будівництва та експлуатації, так і запобіжні антимонопольні заходи проти постачальників. При цьому виникає потреба в адекватному контролі та розподілі ризиків. Участь приватного сектора, який фінансує транспортну інфраструктуру, має розглядатись як партнерство між державним і приватним секторами.

Враховуючи вищевикладене, Україні доцільно здійснити ряд економічних та законодавчих реформ, які удосконалять проекти розвитку транспортно-логістичних систем. Цей напрямок, у подальшому, потребує більш детального вивчення з врахуванням інноваційно-інвестиційних інструментів розвитку транспортно-логістичної системи.

[1] Транспортна Стратегія розвитку до 2030 року. Електронний ресурс. <http://publications.chamber.ua/2017/Infrastructure/UDD/National Transport Strategy 2030.pdf> (Дата звернення 5.10.2022).

[2] Транспортний портал Стратегії розвитку транспортної системи держави. <https://menr.gov.ua/files/docs/Proekt/%D0%9F%D1%80%D0%BE%20%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D1%96%D1%97%202030.doc> (Дата звернення 5.10.2022).

[3] Організація та проектування логістичних систем : підручник / за ред. М. П. Денисенка, П. Р. Лековця, Л. І. Михайлової. — К.: ЦУЛ, 2010. - 336 с.

[4] Кислий В.М. Логістика : теорія та практика : навч. посібник / В. М. Кислий, О. А. Біловодська, О. М. Олефіренко, О. М. Соляник. – К. : ЦУЛ, 2010. – 360 с.

**УДК 629.04.083**

## **ПРОБЛЕМНІ АСПЕКТИ УДОСКОНАЛЕННЯ ЕКСПОРТУ ЗЕРНОВИХ ЗАЛІЗНИЦЕЮ**

### **PROBLEM ASPECTS OF IMPROVING GRAIN EXPORT BY RAILWAY**

*канд. техн. наук В.М. Запара, канд. техн. наук Я.В. Запара  
А.С. Іванова, Н.Г. Капустянська*

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

*V. Zapara, PhD (Tech.), Y. Zapara, PhD (Tech.)*

*A. Ivanova, N. Kapustianska*

*Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Через широкомасштабну агресію Російської Федерації чи не найбільше постраждала аграрна галузь України. Головною причиною такої ситуації стали проблеми в логістичній і транспортній галузях. Прямі збитки від пошкодження автомобільних доріг в Україні оцінюються не менш ніж у \$25 млрд. Загальна потреба у відновленні інфраструктури АТ «Укрзалізниця» оцінюється в \$5–6 млрд. До війни через порти в Одеській, Миколаївській, Херсонській областях, Бердянську та Маріуполі проходило орієнтовно 90% портового товарообороту України 2021 року (зокрема, 90% агроекспорту). Їх блокування призвело до логістичного колапсу та ажіотажу з експорту зернових сухопутним транспортом. Вартість логістики зросла у 2,5 рази: перевезення зерна до портів сусідніх країн подекуди сягає 40% вартості вантажу, а використання зерновозів АТ «Укрзалізниця» збільшилась в рази. Після деблокади портів обсяг експорту агропродукції може зрости з поточних 1,5–2,5 млн тонн до 3–4 млн тонн на місяць (проти 10 млн тонн у середньому 2021 року) [1].

Проте коридор працюватиме протягом обмеженого часу, а значить проблеми із логістикою можуть незабаром нагадати про себе знову. Звісно, з початком російської агресії український бізнес переорієнтувався і на експортні шляхи сухопутними коридорами через країни Європи. Попри те що вони наразі не в змозі повноцінно замінити пропускну спроможність аграрної логістики, що йшла крізь порти Причорномор'я, Україна планує збільшити їхню

ефективність. Наземні маршрути експорту з України в Європу мають стати постійними і спроможними ефективно функціонувати в ринковій економіці.

За умов, коли немає підстав покладатись на фізичне розширення пропускної спроможності залізниць та портів, єдиною ланкою, що спроможна змінити обсяги експорту, є система організації залізничної логістики. Теперішній граничний потенціал перевезень зерна сухопутними коридорами через країни ЄС в 1 млн т за місяць не використовується повною мірою через застарілу систему організації залізничних перевезень. Вирішальним її недоліком є планування лише однієї події – навантаження, та абсолютна неможливість планування всіх інших подій та ресурсів, їх координації у режимі реального часу між всіма учасниками перевезення.

У ринковій економіці центральним елементом планування мають бути дії не одного з учасників, а власника вантажу, який укладає експортний контракт. Адже тільки за потреби виконання експортних контрактів і виникають потреби економічних відносин між учасниками логістичного ланцюга. Отже, головною функцією системи управління залізниці має стати задоволення попиту вантажовласника на доступ до ринків збуту зерна [2].

Потрібне спільне, наскрізне, одномоментне планування перевезень, в якому мають бути залучені всі учасники логістичного ланцюжка: українські бізнеси та підприємства країн ЄС, АТ «Укрзалізниця», європейські перевізники, їхні залізниці та порти. Планування має здійснюватися від точки зародження вантажу до точки його поглинання.

У результаті створюються можливості для формування поїздів із вантажами з однією датою поглинання, однією групою станцій – під вивантаження безпосередньо наступної доби. Інформаційна ІТ-система, де всі причетні суб'єкти господарювання можуть синхронно обмінюватися даними і яка може враховувати навантаження на інфраструктуру та фіксувати зобов'язання учасників логістичного ланцюжка, вже готова до використання (і, що важливо, на її створення не буде витрачено ніяких коштів з бюджету).

Таким чином, для впровадження нової системи потрібне рішення України та ЄС щодо використання інформаційного ресурсу як спільного центру планування і дозволити всім європейським бізнесам та залізницям спільно, прозоро та відкрито планувати свою роботу. Це найперше і найважливіше, що можливо вже в теперішній час зробити для розвитку українського експорту залізничними шляхами країн ЄС. А це як раз і стане важливим внеском України в створення спільної європейської транспортної інфраструктури.

[1] Гончаревич С. Поле діяльності: як логістичні проблеми стримують відновлення агроекспорту. - URL: <https://mind.ua/openmind/20247026-pole-diyalnosti-yak-logistichni-problemi-strimuyut-vidnovlennya-agroeksportu> (дата звернення: 31.10.2022).

[2] Запара В.М., Іванова А.С., Максимович Є.А., Бабак Л.В. Можливості АТ «Укрзалізниця» в реалізації зернового експортного потенціалу України у воєнний час. *Тези вісімнадцятої науково-практичної міжнародної*

**УДК 656.025.078.11**

## **ЕКСПЕДИРУВАННЯ В УМОВАХ ВІЙНИ: МОЖЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ**

### **EXPEDITION IN WAR CONDITIONS: OPPORTUNITIES AND PROSPECTS**

*канд. техн. наук В.М. Запара, канд. техн. наук Я.В. Запара  
В.А. Малишко, М.С. Редін*

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

*V. Zapara, PhD (Tech.), Y. Zapara, PhD (Tech.)*

*V. Malyshko, M. Redin*

*Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Військові дії на території України мають значний вплив на всі галузі народного господарства держави, в тому числі і на організацію перевезення вантажів, що є прерогативою експедиторських структур. За повномасштабного вторгнення в Україну логістичні схеми, які були традиційними, багато в чому втратили свою актуальність, особливо через втрату й блокування українських портів Чорного моря [1]. Потреби клієнтів залишились, а перевізники та експедитори почали пошук інших можливостей, додаткових маршрутів й сервісів для організації і здійснення перевезень. Розробка нових логістичних продуктів у режимі військового стану, коли час на роздуми, розрахунки і випробування дуже обмежений, потребує максимальної концентрації зусиль експедиторської організації.

Перші місяці принесли надвантаження на залізницю і автотранспорт, особливо на перетині кордону і у річкових портах Дунаю [2]. Експедитори сфокусували роботу на портах Рені та Ізмаїл, розуміючи, що річка більш безпечний варіант вивозу вантажів. В подальшому було забезпечено стабільні та вчасні перевезення з країнами ЄС: Болгарія, Румунія, Литва, Латвія, Польща, з якими вибудовувались логістичні ланцюжки.

Оперативна ситуація в певних випадках вимагає прийняття нестандартних рішень. Наприклад, експедитори зіткнулись з тим, що у європейських партнерів дефіцит зерновозів на фоні достатньої кількості піввагонів (за необхідності задіяння максимальної пропускної спроможності західних переходів у зв'язку з потребами експорту зернових). Як вихід, за сприяння польських партнерів, організували перевантаження вантажів із зерновозів у піввагони під тентом для подальшого транспортування в порти Польщі.

Завдяки таким швидким і рішучим діям та довірі й підтримці клієнтів, наприклад, обіг експедиторської компанії «TEUS LOGISTICS» зріс удвічі проти 2021 року. Лише перевалка зернових з початку повномасштабної війни в портах Ізмаїл та Рені становила близько 200 тис. т. Загалом зростання вдалося досягти завдяки розширенню охоплення міжнародної партнерської мережі з країнами ЄС.

На сьогодні експедитори надають послуги з перевезення зерна в портах Одеса та Чорноморськ. У кого є склади зберігання – використовують їх як буферну зону. Також є можливість організувати перевезення за прямим варіантом – з вагону на судно, включаючи надання зерновозів. Навіть з відкриттям морських портів річкові гавані продовжать роботу. Нині експедитори працюють над тим, щоб вартість зернових перевезень морем і річкою вирівнялись, щоб ці шляхи транспортування продовжили функціонувати паралельно. Є ряд вантажів для Східної та Центральної Європи, які вигідніше та швидше перевозити, використовуючи річку й нові логістичні ланцюги.

Крім зерна проводиться відповідна робота і з іншими вантажами: добрива, глина бентонітова, метал, олія, деревина, пальне. По кожній з цих позицій є пропозиції для перевезення з найбільш повним комплексом експедиторських послуг. Номенклатура постійно поширюється, залежно від потреб клієнтів, у різні пункти вивантаження. Популярними напрямками серед замовників є порти Румунії (Галац, Констанца) та Болгарії (Варна, Бургас, Русе). Експедитори надають послуги з перевалки, буферного зберігання на складах, внутрішньопортового експедирування, перевезення з використанням різних видів транспорту, а також здійснюють документальний супровід усіх процесів. Для клієнтів дуже важливо, коли експедитор надає оптимальне рішення в рамках чіткого та відпрацьованого набору сервісів із перевезення певного типу вантажу до заданого місця призначення.

Основною перешкодою для організації залізничних перевезень між Україною та ЄС є різна ширина колії. У зв'язку з цим експедитори пропрацьовують варіант організації приватного пункту перестановки вагонів на стороні країн ЄС. Проблемою також є недостатня, у зв'язку з різко збільшеним попитом, пропускна спроможність самих прикордонних переходів і дефіцит рухомого складу на європейській стороні.

Необхідні більш ретельне планування, автоматизація та інтеграція систем вантажообігу між Україною і країнами ЄС, й сьогодні це поступово налагоджується. Завдання надавати клієнтам оптимальні рішення з мінімальними витратами та максимально можливою швидкістю доставки (максимально якісні послуги) залишається основним в експедиторській діяльності, тобто - вибудувати безпечний і швидкий варіант перевезення.

[1] Щуклін Ю. Через недосконалість планування перевезень аграрії витрачають додатково 1-1,2 тис. грн за тону. – URL: <https://www.railinsider.com.ua/yurij-shhuklin-cherez-nedoskonalist-planuvannya-agrariyi-vytrachayut-dodatkovu-1-12-tys-grn-za-tonnu/> (дата звернення: 31.10.2022).

[2] На переходах з Румунією досі чимало вагонів стоять у черзі з квітня. – URL: <https://www.railinsider.com.ua/na-rumunskyh-prykordonnyh-perehodah-dosi-chymalo-vagoniv-stoyat-iz-kvitnya/> (дата звернення: 31.10.2022).

**УДК 656.025**

## **НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ОБСЯГІВ ВАНТАЖООБІГУ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ МІЖ ЄВРОПОЮ ТА АЗІЄЮ**

### **DIRECTIONS OF INCREASE OF CARGO TRAFFIC IN THE INTERNATIONAL CONNECTION BETWEEN EUROPE AND ASIA**

*к.т.н, доцент Калашнікова Т.Ю., аспірант Сидорець Д.П.  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*PhD (Tech.) Kalashnikova T., asp. Sydorets D.  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

На сучасному етапі на розвиток світової торгівлі суттєво впливають глобалізаційні процеси, які значною мірою формують нові тенденції в міжнародних економічних відносинах, змінюючи їх зміст і риси. Основними факторами глобалізації, що впливають на збільшення обсягів світової торгівлі є активна діяльність транснаціональних корпорацій та урядів країн, інтернаціоналізація виробництва, міжнародний поділ праці, лібералізація міжнародної торгівлі, науково-технічний прогрес, укрупнення постачальників та збільшення кола споживачів. Такі фактори, перетинаючись між собою безліччю різних варіацій, поступово змінюють товарну та географічну структуру світової торгівлі товарами та послугами. Поступово змінювалися і світові вантажопотоки, перетворюючись на важливі геополітичні лінії. Країни, що розвиваються, з'явилися серед провідних експортерів і міцно утримують позиції.

На сьогоднішній день, загострилася конкурентна боротьба за вантажопотоки між Європою та Азією, де зокрема перше місце вже кілька років посідає динамічно зростаюча економіка Китаю, що прагне розширення взаємної відкритості з країнами, розташованими вздовж «Одного поясу- одного шляху» для спільного розвитку глобальної економіки відкритого типу.[1] Україна, що має великий потенціал розвитку транспортно-логістичного комплексу, прагне стати значним геополітичним регіоном, зав'язати на собі право на розподіл транзитних потоків з Азії до Європи та Європи до Азії.

Стратегія Китаю «Один пояс– один шлях» спрямована на розвиток альтернативних наземних маршрутів на противагу морським перевезенням, тому заходи, які мають проводитись в Україні, повинні бути направлені на отримання транзиту китайських товарів, використовуючи наявний транспортний транзитний і експортно-імпорتنний потенціал. Україні дуже

важливо бути присутньою у місцях погашення потоків, як з погляду послуг «останньої милі» (останньої частини мультимодального чи тривалого перевезення), так і в частині формування зворотного вантажопотоку, без чого неможлива економічна ефективність цього трансконтинентального коридору.

Комплексне розв'язання даних питань підвищить переваги маршрутів суходелом, але без підтримки держави, науки і бізнесу одноосібно важко створити таку багаторівневу систему взаємовідносин всіх учасників процесу формування і трансформації вантажопотоків. Потрібно приділити увагу ідеї створення «національного бюро підтримки експорту». За попередніми оцінками це дозволить за рахунок підтримки експорту українських товарів сприяти розвитку несировинного експорту, зокрема українського транспорту.

Важливим засобом підвищення ефективності транзитного і експортно-імпортного вантажообігу є впровадження технології контрейлерних перевезень, в яких поєднуються якості двох видів транспорту: маневреність, оперативність і швидкість автомобільного транспорту та висока продуктивність залізничного транспорту, більш безпечного і менш залежного від погодних умов. [2]

В Україні магістральні автодороги міжнародного значення, що перетинають Україну зі Сходу на Захід, інтегровані з системою транс'європейської транспортної мережі (TEN-T) та мають можливість прямого виходу до будь-якої точки Європи. Залізничні лінії, що проходять територією України, в рамках китайської ініціативи «Один пояс – один шлях» повністю електрифіковані, що дозволяє забезпечувати швидкість доставки та конкурентоспроможні тарифи на перевезення.

Існують також і недоліки у обох видів перевезень: «вузькі місця» на шляхах перевезення товарів, черги на кордоні, невелика пропускна здатність митниць, низька автоматизація, обмеження деяких країн щодо екологічного стандарту транспортних засобів, що провокують черги з транспортних засобів в інших напрямках, які намагаються оминати обмеження, відсутність дозволів тих чи інших країн, обмеження за кількістю прийнятих поїздів на станціях, нерозгалужена мережа станцій, що можуть приймати контейнерні і контрейлерні поїзди. [3]

Розроблення і впровадження нових транспортних рішень дозволить підвищити привабливість та швидкість доставки вантажів. Також стає можливим дотримання режиму праці і відпочинку водіїв автотранспортних засобів, які приймають участь в контрейлерних перевезеннях, не тільки з транзитними, а й з експортно-імпортними товарами. Це дозволить зменшити екологічне навантаження на навколишнє середовище та підвищити ефективність міжнародних перевезень при зростанні доходів від них.

[1] ЕЭК ООН. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР и концептуальные предложения по формированию Комплексного плана развития транспортно-логистического комплекса Казахстана до 2030 года. <http://kazlogistics.kz/upload/iblock/fd2/fd2133ee4090c40a585465074bc8b11e.pdf>

[2] Конкурентоспособность логистики и транспорта в Республике Казахстан [https://unece.org/DAM/trans/publications/Report\\_Kazakhstan\\_as\\_a\\_transport\\_logistics\\_centre\\_Europe-Asia\\_RU.pdf](https://unece.org/DAM/trans/publications/Report_Kazakhstan_as_a_transport_logistics_centre_Europe-Asia_RU.pdf)

УДК 656.225

## НАПРЯМКИ ОПТИМІЗАЦІЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ЕКСПОРТУ ЗЕРНОВИХ ВАНТАЖІВ В УМОВАХ ЗРОСТАЮЧИХ РИЗИКІВ

### DIRECTIONS FOR OPTIMIZING THE ORGANIZATION OF THE EXPORT OF GRAIN LOADS UNDER THE CONDITIONS OF GROWING RISKS

*канд. техн. наук Т.Ю. Калашнікова, магістрант А.О. Черниш  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*T.Y. Kalashnikova, PhD (Tech.), A.O. Chernysh undergraduate  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Україна є однією з небагатьох виробників та експортерів зернових культур у світі. Експорт українського зерна за останні роки зріс у 2,5 рази - з 22 млн. т. у сезоні 2012/2013 до 56 млн. т. в сезоні 2021/2022, що становить 15% світового експорту [1, 2]. Близько 95% експорту українського зерна проходить через морські порти, майже одночасно 70% експорту в порти транспортується залізницею [3].

До основних ризиків при перевезенні зернових вантажів залізничним транспортом можна віднести:

- дефіцит і зношеність вантажних ресурсів;
- дефіцит і зношеність тягових ресурсів;
- недостатня пропускна здатність портової інфраструктури;
- відсутність гнучкої тарифної політики.

При цьому обсяги експорту зернових вантажів за останні роки в цілому зросли, а обсяги перевезень цих вантажів залізничним транспортом зменшилися. Існуючі умови організації залізничних перевезень часто демонструють неефективність, що в кінцевому підсумку призводить до збільшення транспортно-логістичних витрат на перевезення зерна, тим самим знижуючи його конкурентоспроможність на зовнішніх ринках. Тому вантажовідправники все частіше вибирають для перевезення зерна інші види транспорту – автомобільний та річковий.

У зв'язку з цим особливої актуальності для залізниць набуває завдання створення зон концентрації навантаження. Метою такої системи є підвищення ефективності експортних перевезень зернових вантажів у морські порти від зон концентрації навантаження (вузлових станцій) маршрутними поїздами.

На основі кластерного аналізу було виділено 40 зон концентрації навантаження, які включають 85 станцій.



Однак, є такі станції, які входять до складу декількох зон. Тому в отриманій множині  $R$  потрібно вибрати підмножину  $R^*$ , де елементи  $m^*$  не пересікаються. Загальний обсяг навантаження ( $Q$ ) при цьому повинен бути максимальний, а витрати ( $E$ ), пов'язані з навантаженням і формуванням маршруту – мінімальні.

$$\begin{aligned} Q(R^*) \rightarrow \max \\ E(R^*) \rightarrow \min \end{aligned} \Rightarrow \begin{cases} \sum_{i=1}^{m^*} Q_{r(i)} \rightarrow \max \\ \sum_{i=1}^{m^*} E_i \rightarrow \min \end{cases} \quad (1)$$

При розв'язанні даної системи було отримано матрицю  $X=|x_{yt}|$  ( $y=1, 2, \dots, m$ ;  $t=1, 2, \dots, n$ ), в ній рядок  $y$  відповідає зоні  $R_y$ , а стовпець  $t$  – станції  $y$  або  $b$ . Всі елементи матриці представляються булевою змінною  $x_{yt} = \{0; 1\}$ , де  $x_{yt} = 1$ . Кожній станції  $s_t$  відповідає певне значення середньорічного зернового навантаження  $q_t$  і параметр  $e_{yt}$ , який характеризує суму додаткових витрат, коли станція  $s_t$  включена в зону концентрації навантаження  $R_y$ . При цьому цільова функція (1) приймає вигляд:

$$\begin{cases} \sum_{y=1}^m \sum_{t=1}^n q_t x_{yt} \rightarrow \max \\ \sum_{y=1}^m \sum_{t=1}^n e_{yt} x_{yt} \rightarrow \min \end{cases} \Rightarrow \begin{pmatrix} \sum_{y=1}^m \sum_{t=1}^n q_t x_{yt} \\ - \sum_{y=1}^m \sum_{t=1}^n e_{yt} x_{yt} \end{pmatrix} \rightarrow \max \quad (2)$$

Цільова функція має такі обмеження:

$$\left\{ \begin{array}{ll} (\forall st) \left( \sum_{y=1}^m x_{yt} \leq 1 \right), & t = 1, 2, \dots, n \\ (\forall R_y^*) \left( \sum_{t=1}^n q_t x_{yt} \geq Q_{\min} \vee \sum_{t=1}^n q_t x_{yt} = 0 \right), & y = 1, 2, \dots, m \\ (\forall st \notin R_y) (x_{yt} = 0), & y = 1, 2, \dots, m; t = 1, 2, \dots, n \end{array} \right. \quad (3)$$

Задача формування зон концентрації навантаження формалізується як багатокритеріальна оптимізація з булевими змінними. Для її вирішення використовуємо методи теорії множин та цілочисельного лінійного програмування.

В результаті розрахунків отримано 29 зернонавантажувальних зон які включають 73 станції. Вони в свою чергу забезпечують максимальну завантаженість вагонів з мінімальними витратами, яка складає 21% всього обсягу експорту зерна в Україні.

[1] Офіційний сайт Державної служби статистики України [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>.

[2] Україна – вторая в мире по экспорту зерна после США [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://agroportal.ua/news/ukraina/ukraina---vtoraya-vmire-po-eksportu-zerna-posle-ssha/>

[3] Мямлин, С. В. Проблемы и перспективы перевозки зерновых грузов железнодорожным транспортом в Украине / С. В. Мямлин, Д. Н. Козаченко, Р. В. Вернигора // Залізничний транспорт України. – 2013. – Вип.2(99). – С.32-34.

**ПИТАННЯ ВЗАЄМОДІЇ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТА МОРСЬКОГО  
ТРАНСПОРТУ НА ОСНОВІ ЛОГІСТИЧНИХ ПІДХОДІВ**

**ISSUES OF THE INTERACTION OF RAILWAY AND SEA TRANSPORT  
BASED ON LOGISTICS APPROACHES**

*магістри Коваль С., Ігнат'єва О., Олійник Р., Старіченко В.  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*masters Koval S., Ihnatieva O., Oliinyk R., Starichenko V.  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Враховуючи геополітичне розташування України як транзитної держави для забезпечення конкурентоспроможності її транспортної системи необхідно надавати транспортні послуги, що відповідають за якість міжнародним стандартам. Широке впровадження сучасних інформаційних технологій в перевізний процес є інструментом, який може реалізувати ці вимоги. Вантаж повинен бути доставленим до місця споживання у встановлений термін, у необхідній кількості і якості, а супутні послуги повинні надаватися в потрібний час, у потрібному обсязі, у потрібному місці й у потрібній якості. Оформлення перевезення повинне бути доступним і простим, маршрут переміщення вантажу необхідно вибирати раціональним й економічним як з погляду перевізників, так і з погляду користувачів транспортних послуг: вантажовласників, експедиторів, операторів та інших учасників процесу перевезень. Всі ці задачі можуть бути комплексно вирішено в рамках впровадження логістичних технологій в перевізний процес [1].

Одним з важливих факторів покращення роботи залізниць та всього транспортного комплексу України є удосконалення взаємодії залізничного, морського та річкового транспорту. Через недоліки організації транспортної ланки «вантажовідправник - експедитор - порт – трейдер» усі витрати через таку неузгодженість припадають на залізницю. Наслідок цього є значне накопичення перетворених у склади на колесах „кинутих” поїздів у напрямку портів. Тому в умовах зростання обсягів перевезень по транспортних коридорах України в експортно-імпортному сполученнях особливої актуальності набуває задача з удосконалення сумісної роботи портів та залізничних вузлів.

Виникнення ефекту «кинутих» поїздів спостерігається в наслідок нерівномірного підходу суден та відсутності синхронізації в роботі залізничного та морського транспорту. У зв'язку з цим було досліджено потоки суден, що надходять до порту та їх водомісткість. Доведено, що час між надходженням суден підпорядковується експоненційному закону розподілу з інтенсивністю  $\lambda = 0,09$ ; час простою суден під навантаженням підпорядковується закону Ерланга 2 – го порядку з інтенсивністю  $\lambda = 0,37$ ;

водомісткість суден підпорядковується експоненційному закону розподілу з інтенсивністю  $\lambda = 0,005$ .

Розроблено модель виробничо – транспортного ланцюга «підприємство – залізничний транспорт – порт – судно», цільовою функцією якої є сумарні витрати, що припадають на одиницю вантажу на протязі всього логістичного ланцюга при виконанні системи обмежень: доставка «точно у термін», не перевищення максимально – допустимої вагової норми вантажних поїздів на напрямку, ємності станційних колій припортової станції, терміну простоювання судна [2].

В результаті моделювання отримано номограми залежностей для визначення оптимальної партії вантажу (металу), та визначено величину резерву вагонів як «склад на колесах». Для найбільш характерних значень водомісткостей суден, величина такого резерву в умовах реального вантажно – перевантажувального комплексу складає 5 вагонів.

[1] Ковалева Ю. А. Тенденции развития черно-морско-азовского рынка контейнерных перевозок. *Вісник економіки транспорту та промисловості*. 2011. № 35. С. 86-90

[2] Heideloff, C., Pawlik T. Handbook of Container Shipping Management. Institute of Shipping Economics and Logistics (ISL). 2006. Vol. 1. 239 p.

**УДК 656.213**

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ**

### **IMPROVEMENT OF WORK TECHNOLOGY OF INDUSTRIAL ENTERPRISES**

*Канд. техн. наук А.О. Ковальов, магістранти Д.В. Голубков, С.М. Войт  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*A. Kovalov PhD (Tech.), D. Holubkov, S. Voit magistrate  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Залізничний транспорт має велике значення у забезпеченні потреби виробничої сфери та задоволенні населення у перевезенні. Значні обсяги перевезень приходяться на під'їзні колії промислових підприємств. Тому, для забезпечення стабільної роботи всіх галузей залізниці, необхідно як найкраще організувати взаємодію під'їзних колій і станцій примикання.

Технологія роботи залізниць України повинна повністю забезпечити інтереси вантажовласників, у тому числі – за рахунок покращення наскрізного транспортного обслуговування на місцях загального і незагального користування при безумовному виконанні принципів раціонального використання вагонів і контейнерів, скорочення термінів доставки та підвищення збереження вантажів. З урахуванням цього технологія вантажної та

комерційної роботи на вантажних станціях та під'їзних коліях, які примикають до них, повинна базуватися на нових підходах, що враховують досвід країн з ринковою економікою і специфіку умов сучасного періоду в Україні.

Технології взаємодії вантажних станцій і під'їзних колій притаманна системна інтеграція тому, що вона складається з певної кількості окремих підрозділів, які функціонують завдяки сумісному виконанню технологічних операцій. Передумовами формування і діяльності такої системи, ступеня її розвитку є рівень виробництва продукції в промисловості, сільському господарстві, будівництві, потреба в її переміщенні з місць виробництва до споживачів, чи основних пунктів подачі на магістральному транспорті. Станції і під'їзні колії, як складні системи, мають певні властивості. А саме цілісність, синергічність, адаптивність, централізованість, велика кількість зворотних, а також зовнішніх зв'язків. Ці факти мають істотний вплив на процес та характер формалізації технологічних процесів.

Одним із факторів такого впливу є спосіб доставки вантажів на підприємства [1]. Витрати з доставки вантажу при збільшенні розміру замовлення зменшуються, у зв'язку з тим, що перевезення здійснюються більш великими партіями та, відповідно, кількість відправок зменшується. Виходячи з цього, можна зробити висновок, що вибір виду відправки має велике значення для зменшення витрат на доставку вантажів (контейнерні, вагонні, маршрутні відправки).

Викладені підходи враховують використання інструменту прогнозування показників роботи організацій у взаємодії зі станціями примикання [2]. Із застосуванням розробленого алгоритму та програми можливо обирати вказаний спосіб доставки продукції (контейнерні, вагонні, маршрутні відправки), що буде забезпечувати найменші експлуатаційні витрати підприємства на вантажні операції і зберігання вантажу.

[1] Ковальов А.О. Вибір виду відправки вантажу на підприємствах машинобудівної промисловості / Зб. наук. праць КУЕТТ. К. 2003.– №3. С. 35-37.

[2] Данько М.І., Ковальов А.О., Котенко А.М. Прогнозування показників роботи під'їзних колій і станцій примикання. Залізничний транспорт України. 2002. №6. С. 18-19.

**УДК 656.212**

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ КОНТЕЙНЕРІВ**

### **ADVANCED TECHNOLOGY OF CONTAINER PROCESSING**

*Канд. техн. наук А.О. Ковальов, магістранти М.М. Добренюк,  
О.Ю. Григоренко*

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

*A. Kovalov PhD (Tech.), M. Dobreniuk, O. Hryhorenko magistrate  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Контейнерні перевезення в Україні з кожним роком одержують усе більший розвиток. Подальший розвиток таких перевезень з організацією в найближчій перспективі обертання достатньої кількості спеціальних поїздів – найважливіший засіб покращення і якісно новий метод перевізного процесу на залізничному та інших видах транспорту, який забезпечує пришвидшену доставку вантажів «від дверей до дверей».

Контейнеризація перевезень вантажів є одним з найбільш інтенсивно розвинених видів транспортування, оскільки вона дозволяє максимально спростити та раціоналізувати процес вантажних перевезень. При цьому забезпечується високий рівень схоронності якостей вантажів, що перевозяться. Але недостатня переробна спроможність та надмірні показники простою роблять перевезення вантажів у контейнерах несприятливими для клієнтів залізниць. Завищені простої контейнерів в очікуванні подачі на контейнерні термінали або повернення порожнього контейнера до власника призводять до нарахування зайвої плати за перевезення. Останні дослідження в області контейнерних перевезень виявили, що значна частина загального часу знаходження контейнерів під усіма технологічними і технічними операціями приходить на контейнерні термінали. Тому питання скорочення часу знаходження контейнерів на контейнерних терміналах є одним з основних питань при покращенні якості надання послуг у сфері контейнерних перевезень залізницями України.

Використання контейнерів повністю звільняє вантажовласників від чисто транспортних операцій. Разом з тим практичний підхід до реалізації переваг контейнеризації залежить від сучасної організації вантажовласником підготовки вантажів до відправлення в контейнерах, створення відповідної технології виконання вантажно-розвантажувальних робіт та іншого [1].

Одним з підходів до удосконалення переробки контейнерів є формалізація технології роботи контейнерної площадки у вигляді математичної моделі, що дозволить раціоналізувати роботу об'єкта без залучення значних капітальних вкладень [2].

Для реалізації оптимізаційної моделі роботи контейнерної площадки використано відповідні вихідні дані:

- 1) координати місць на контейнерній площадці;
- 2) координати контейнерів в вагонах, що знаходяться на колії подавання-забирання;
- 3) заповненість місць на контейнерній площадці;
- 4) вид контейнерів в вагонах, що знаходяться на колії подавання-забирання відповідно до їх конструкції та призначення;
- 5) вид місць на контейнерній площадці, у відповідності з конструкцією та призначенням контейнера, яким воно може бути зайняте.

Визначено ефективність оптимізаційної математичної моделі шляхом порівняння результатів роботи навантажувально-розвантажувального пристрою з використанням запропонованого методу та без нього.

[1] Управління вантажною і комерційною роботою на залізничному транспорті : підруч. А. М. Котенко. Харків: ПП видавництво «Нове слово», 2003. Ч. 1. 388 с.

[2] Ковальов А.О., Іванюк О.І. Удосконалення технології обробки контейнерних потоків на вантажних станціях. 78-ма студентська науково-технічна конференція : тези доп. студ. наук.-техн. конф. (Харків, 9 – 11 листопада 2016 р.). Харків :УкрДУЗТ, 2016. С. 2.

**УДК 656.213**

## **ПОКРАЩЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ВЗАЄМОДІЇ СТАНЦІЙ І ПІД'ЇЗНИХ КОЛІЙ**

### **IMPROVING THE ORGANIZATION OF THE INTERACTION OF STATIONS AND APPROACH TRACKS**

*Канд. техн. наук А.О. Ковальов, магістранти Д.В. Олефір, С.М. Бурбала  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*A. Kovalov PhD (Tech.), D. Olefir, S. Burbala magistrate  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Значна частина всіх вантажних операцій виконується на під'їзних коліях підприємств, акціонерних товариств і інших організацій. Тому погодженість роботи під'їзних колій підприємств і станцій примикання є однією з найважливіших проблем залізничного транспорту.

Розглянуто існуючі технології роботи під'їзних колій промислових підприємств у взаємодії з магістральним залізничним транспортом, виявлено, що деякі методи організації роботи в значній мірі призначенні для застарілого типу ведення господарства та в основному не можуть врахувати особливості сучасних ринкових відносин. В роботі представлено розгляд процесу перевезення продукції від відправника до вантажоодержувача. Наведено відповідну модель доставки вантажів від під'їзної колії відправлення до під'їзної колії призначення[1]. Визначено, що значну долю часу доставки вантажу займає тривалість його знаходження на підприємствах.

Підвищення ефективності використання вантажного вагона на під'їзних коліях можливе створенням відповідних математичних моделей та дослідженнями цих моделей [2]. Під'їзні колії підприємств являють собою системи масового обслуговування. Проведені дослідження показують, що час очікування вагонами різних технологічних операцій підпорядковується нормальному, логнормальному та експоненціальному законам розподілення.

Під'їзна колія для розміченого графа станів при виконанні однієї вантажної операції може бути представлена у виразі восьми послідовних фаз обслуговування вагонів:

- на перегоні між станцією примикання і підприємством;
- розформування;
- розставлення;

- виконання вантажних операцій;
- збирання вагонів;
- формування;
- на перегоні між підприємством і станцією примикання.

Після проведення експериментального дослідження математичних моделей технології роботи під'їзних колій промислових підприємств і станцій примикання, отримані графіки середніх чисельностей вагонів, що знаходяться під очікуванням і проведенням різних технологічних операцій на під'їзній колії і вантажній станції магістрального транспорту. Визначення середніх чисельностей вагонів у різних станах дозволить підвищити якість оперативного управління процесами в системі “під'їзна колія – станція примикання”.

[1] Ковальов А.О., Котенко А.М. Логістична модель доставки вантажу від відправника до одержувача. Зб. наук. праць УкрДАЗТ. 2003. №53. С.25-29.

[2] Ковальов А.О., Котенко А.М. Математичні моделі використання вантажного вагона. Зб. наук. праць УкрДАЗТ. 2002. №45. С. 70-77.

**УДК 656.223.2**

## **УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВАНТАЖОВЛАСНИКІВ ТРАНСПОРТНИМИ РЕСУРСАМИ**

### **IMPROVING THE SYSTEM OF PROVIDING CARGO OWNERS WITH TRANSPORTATION RESOURCES**

*Канд. техн. наук О.В. Ковальова, магістранти Ю.І. Приходько, П.А. Павлюк  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*О. Kovalova PhD (Tech.), Y. Prykhodko, P. Pavluk magistrate  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Одним з головних складових елементів процесу перевезень є надання вантажовідправникам в користування вагонів. Аналіз показав, що план оновлення та модернізації рухомого складу, який є визначальним для нормального функціонування галузі, не було виконано в повному обсязі. Більша частина рухомого складу залишається не спроможною для перевезення тих чи інших вантажів. Одним з наслідків такого згубного для галузі господарювання за останні роки є те, що із інвентарного парку вантажних вагонів АТ «Укрзалізниця», який у 2020 році становив 105,4 тис. одиниць, в роботі перебувало лише 36,7 тис. одиниць або 35%, інші до роботи не придатні. Зведені дані щодо технічного стану вагонів та потреби в ремонтах свідчать про ситуацію, близьку до катастрофічної.

У зв'язку з цим постає проблема нестачі рухомого складу та потребується підхід до вирішення даної задачі. Пропонується розглянути та удосконалити

технологію розподілу вантажних вагонів на основі ресурсозбереження, яка надасть можливість забезпечити вантажовласників необхідною кількістю рухомого складу, враховуючи перевезення певної номенклатури вантажів з мінімальними витратами та максимальною можливістю схоронності вантажів. Наявні проблеми у функціонуванні залізничного транспорту вимагають необхідності провадження певних управлінських заходів задля їх вирішення, зокрема: при організації виконання заявок вантажовласників враховувати придатність порожнього рухомого складу різного типу в комерційному відношенні та формування составів з урахуванням вартісної складової технологічних операцій з вагонами [1].

Для вирішення даної задачі пропонується використати критерій, який надасть можливість зробити оцінку придатності порожнього вагона в комерційному відношенні. Він буде залежати від інтенсивності використання рухомого складу за певний проміжок часу та дозволить визначити рівень комерційної придатності.

Якісне надання послуг вантажовласникам потребує вирішення завдання з удосконалення відповідних автоматизованих систем. Формування ІКС для ефективної реалізації технології забезпечення вантажовідправників рухомим складом шляхом розподілу вагонів повинно базуватись на сучасних математичних методах і підходах з використанням елементів нечіткої логіки в АРМ оперативного персоналу. Тому для підвищення якості прийнятих управлінських рішень, за рахунок раціонального використання внутрішніх ресурсів, пропонується удосконалити структуру та розробити комплекс додаткових завдань інформаційно-керуючої системи перевізного процесу, яка буде враховувати придатність рухомого складу в комерційному відношенні з формуванням системи підтримки прийняття рішення (СППР) та з подальшим забезпеченням вантажовласників цим рухомим складом. Запропоновані способи вирішення таких завдань на базі нечітких СППР можуть бути використані сумісно з іншими методами управління [2].

[1] Ковальова О.В. Обґрунтування вибору та організації роботи системи формування составів поїздів. Теоретичні передумови / Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2013. Вип. 3/3 (63). С. 46-49.

[2] Ломотько Д.В., Ковальов А.О., Ковальова О.В. Формування нечіткої системи підтримки прийняття рішення щодо придатності у комерційному відношенні рухомого складу при його розподілі / Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2015. Вип. 6/3 (78). С. 11-17.

**УДК 656.212**

## **УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ НОРМУВАННЯ ТРИВАЛОСТІ ОПЕРАЦІЇ ЗБИРАННЯ ВАГОНІВ НА ОДНУ КОЛІЮ**

## **IMPROVEMENT OF THE METHOD FOR STANDARDIZING THE DURATION OF RAIL CARS ASSEMBLING ON COMMON TRACK**

*д.т.н. Д.М. Козаченко<sup>1</sup>, д.т.н. Б.В. Гера<sup>1</sup>, Р.М. Компанієць<sup>1</sup>*



Маневрова робота є одним із основним елементів процесу перевезень вантажів залізничним транспортом. Маневрова робота пов'язана зі значними витратами часу, палива та інших ресурсів на її виконання. У зв'язку з цим дослідження, що спрямовані на вдосконалення маневрової роботи є актуальними для залізничного транспорту. Важливим напрямом досліджень у галузі транспортних технологій є вдосконаленням методів нормування витрат часу на виконання маневрової роботи на залізничних станціях та на під'їзних коліях. Сучасні методи нормування тривалості маневрових операцій переважно склалися в 30-х роках ХХ-го сторіччя. Виконаний у [1] історичний огляд проблеми показує, що з того часу суттєво змінилися технічні засоби залізничного транспорту, умови виконання маневрової роботи, норми безпеки руху поїздів. Тому методи нормування тривалості маневрових операцій вимагають перегляду.

У цій роботі розглянуто один із видів маневрових операцій, який часто зустрічається в експлуатаційній роботі залізничних станцій та під'їзних колій промислових підприємств - збирання вагонів з декількох колій на одну колію. Мета виконання цього виду маневрової роботи полягає у тому, що накопичені на  $p$  коліях групи з  $m_i$  вагонів ( $i = \overline{1; p}$ ) необхідно переставити на колію збирання (яка не входить до множини  $p$  колій) через витяжну колію з мінімальними витратами часу. Задача визначення норми часу на операцію збирання вагонів за умови оптимальної кількості постановок вагонів на колію збирання була вирішена проф. І.І. Васильєвими в 20-30 роках ХХ-го сторіччя. На підставі аналітичних розрахунків ним же було отримано і розрахункову формулу виду.

$$T_{as} = ap + \frac{bM}{2} + \sqrt{2abMp}, \quad (1)$$

а після лінеаризації

$$T_{as} = Up + FM, \quad (2)$$

де  $a, b$  – постійні коефіцієнти, відповідно  $xv$  та  $xv/\text{ваг}$ ;  $M$  – кількість вагонів, що переставляється на колію збирання;  $U, F$  – постійні коефіцієнти, відповідно  $xv/\text{колію}$  та  $xv/\text{ваг}$ .

Саме у вигляді виразу (2) норма часу на збирання вагонів представлена у [2].

Необхідно відмітити, що при виведенні виразів (1) та (2) було висунуто ряд припущень, зокрема про те, що кількість вагонів у початковому стані на коліях однакова і складає  $M/p$  вагонів на колію, тривалість маневрових пересувань лінійно залежить від кількості вагонів у составі, тривалість початкових та кінцевих операцій постійна для маневрового напіврейсу та ін. Розвиток комп'ютерної техніки та методів дослідження операцій дозволяє переглянути

отримані рішення і визначити їх відповідність сучасним умовам експлуатації залізничного транспорту.

Виконання маневрової роботи спрямоване на зміну розташування рухомого складу на залізничних коліях. При цьому один і той же кінцевий результат може бути досягнутий шляхом реалізації різних варіантів виконання маневрових операцій. При заданому початковому розташуванні вагонів та локомотива кількість варіантів збирання вагонів на одну колію є досить обмеженою, і усі ці варіанти можуть бути проаналізовані. Виконані розрахунки показують, що додаткові витрати часу на розгін та гальмування составів більшої довжини не можуть компенсувати додаткові витрати часу на причеплення, відчеплення локомотива та розміщення вагонів на колії. Тому при відсутності обмежень по довжині колій та по потужності локомотивів в горловинах станцій можливі лише два варіанти порядку збирання вагонів, що забезпечують мінімальні витрати часу на маневрову роботу. Перший варіант передбачає збирання вагонів починаючи з колії розташування локомотива, а потім збирання решти вагонів, починаючи з колії  $p$ . Другий варіант передбачає слідування локомотива на колію  $p$  та збирання усіх вагонів состава. При випадковому початковому розташуванні вагонів та локомотива на коліях витрати часу на виконання маневрової роботи по збиранню  $M$  вагонів з  $p$  колій також являють собою випадкову величину. При цьому тривалості виконання маневрів можуть бути об'єднані у три характерні групи: в початковому стані маневровий локомотив знаходиться на колії  $i=p$  і потреби в початковому заїзді немає; в початковому стані маневровий локомотив знаходиться на колії збирання  $i=0$  і заїзд локомотива на колію  $p$  є обов'язковим; в початковому стані маневровий локомотив знаходиться на коліях  $0 < i < p$  при цьому можливими є варіанта збирання з колії розташування локомотива чи з колії  $p$ . Статистична обробка результатів обчислювальних експериментів показує, що середня тривалість маневрової роботи по збиранню  $M$  вагонів з  $p$  колій може бути представлена лінійною залежністю як це і передбаченою в [2]. Однак нормативні значення коефіцієнтів  $U=1,8$  хв/колію,  $F=0,3$  хв/вагон є суттєво заниженими. Більше того ці коефіцієнти не можуть носити загально мережевого характеру, а повинні встановлюватись індивідуально для кожного маневрового району у відповідності з умовами його роботи.

[1] Kozachenko D. M., Verlan A. I., Korobiova R. H. Development of Analytical Methods for Calculating Time Standards for Shunting Operations. Наука та прогрес транспорту. 2021. № 1 (91). С. 51–64. DOI: 10.15802/stp2021/228097.

[2] Методичні вказівки з визначення норм часу на маневрові роботи, які виконуються на залізничному транспорті. Наказ Укрзалізниці від 25.03.03. № 072-ЦЗ. Київ : Транспорт України, 2003. 96 с.

**УДК 656.212**

## **ЛОГІСТИЧНІ ПІДХОДИ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ РУХУ ЕВАКУАЦІЙНИХ ПОЇЗДІВ**

# LOGISTIC APPROACHES TO THE ORGANIZATION OF EVACUATION TRAINS TRAFFIC

*к.т.н. Р.Г. Коробйова<sup>1</sup>, Р.О. Малярєнко<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Український державний університет науки і технологій (м. Дніпро)*

*PhD R. G. Korobiova<sup>1</sup>, R. O. Malyarenko<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Ukrainian State University of Science and Technologies*

З введенням воєнного стану в Україні перед залізничним транспортом постало питання швидкої та якісної організації евакуації населення з районів бойових дій у безпечніші регіони країни. Евакуація є основним способом захисту населення при загрозі або виникненні надзвичайної ситуації на території громади.

Для здійснення евакуаційних заходів залучаються усі види транспорту (автомобільний, залізничний, водний, авіаційний) незалежно від їх відомчої належності і не задіяного для забезпечення заходів з мобілізації та розгортання Збройних Сил України [1]. Організація транспортного забезпечення покладається на органи управління залізничного, автомобільного, водного та авіаційного транспорту з максимальним використанням можливостей усіх видів транспортних засобів для організації виконання у короткі терміни евакуаційних перевезень та забезпечення сталої роботи транспорту, відновлення транспортних засобів, які беруть участь у здійсненні евакуаційних перевезень. Кількість транспортних засобів для здійснення евакуаційних заходів визначається транспортними органами.

З початку воєнних дій АТ «Укрзалізниця» при організації пасажирських перевезень застосовує традиційний метод формування графіку руху на добу та додавання на протязі доби додаткових евакуаційних рейсів залежно від потоку пасажирів. Однак, через нестандартні умови виконання перевезень дотримання графіку руху є вкрай складним і, фактично, пропуск пасажирських поїздів здійснюється за диспетчерськими розкладами, які формуються залежно від оперативної ситуації.

Незважаючи на складність прогнозування умов роботи залізничного транспорту, навіть на найближчі періоди, можливо виділити характерні умови його роботи під час проведення евакуації населення з місць проведення бойових дій і розробити заходи, що дозволять як покращити умови перевезення пасажирів, так і знизити навантаження на працівників залізниці.

В якості таких умов є наступні. Для евакуації населення залізничним транспортом формуються евакуаційні поїзди з пасажирських вагонів зі збільшенням до гранично можливих норм кількості вагонів та їх місткості. Місткість залізничних вагонів підчас евакуації встановлюється наступна: у вагонах електропоїздів (які зазвичай використовуються для приміських перевезень) – 150 осіб, у пасажирських вагонах загального користування та плацкартних вагонах – 108 осіб, у купейних вагонах – 72 особи, у вагонах «люкс» – 54 особи. При цьому під час евакуаційних заходів практично весь

пасажиropотік спрямований від небезпечних місць в місця евакуації і зворотній потік є несуттєвим.

Також війна спричинила необхідність зміни в технології роботи станцій пов'язаної з формуванням пасажирських евакуаційних поїздів, їх підготовки до рейсу і екіпірування, тому що велика кількість поїздів йде з запізненням, а состави цих поїздів повинні бути подано за оборотом на відправлення.

Необхідно відмітити що в період евакуаційних заходів переважно зберігався територіально-галузевий принцип, коли технологічні операції з вагонами пасажирських поїздів сконцентровані в депо приписки. Це суттєво збільшило навантаження на станції формування поїздів які, за своєю більшістю, знаходяться на збірних пунктах евакуації. Пункт формування здійснює комплексну підготовку пасажирських вагонів у рейс, яка забезпечує безпеку руху, належні санітарно-гігієнічні умови перевезення пасажирів та гарантує роботу електричного та внутрішнього обладнання, системи контролю нагрівання букс, водопостачання, вентиляції, кондиціонування повітря і опалення вагонів без технічних несправностей протягом усього рейсу. Порушення графіку руху поїздів призводить до утворення черг в очікуванні обслуговування пасажирського рухомого складу на технічних станціях.

Враховуючи, що пункти евакуації розташовуються, або в місцях проведення бойових дій, або поруч з ними, то така ситуація призводить до концентрації значної кількості технічних операцій в зоні дії небезпечних факторів. Велика концентрація пасажирів в пунктах евакуації призводить до перевищення пропускнуої спроможності пасажирських пристроїв та споруд, що також збільшує тривалість знаходження рухомого складу в небезпечних зонах. Через те що працівники залізничного транспорту теж підлягають евакуації, в таких місцях спостерігається недостача робочої сили.

Враховуючи сказане логістичні підходи до організації перевезень пасажирів під час евакуаційних заходів повинні бути змінені. Основними принципами при цьому повинні бути

- мінімізація знаходження поїздів в збірних пунктах евакуації за рахунок перенесення максимального обсягу технологічних операцій з ними в інший пункт обороту, чи на одну з інших станцій на напрямку зворотного руху;

- розосередження збірних пунктів евакуації, а також розділення транзитних та місцевих пасажиропотоків по різних станціям з метою створення для пасажирів належних санітарно-гігієнічних умов перебування та раціонального використання наявних технічних засобів залізниць для організації посадки пасажирів.

Вирішення вказаних питань вимагає удосконалення наукових методів та нормативної бази залізниць щодо можливості оперативного переносу робіт пов'язаних с формуванням пасажирських поїздів та підготовки составів в рейс з однієї технічної пасажирської станції на іншу.

[1] Методичні рекомендації щодо планування і порядку проведення евакуації населення (працівників) у разі виникнення надзвичайних ситуацій техногенного, природного та воєнного характеру. Наказ Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій від 07.09.2004. № 44. Режим доступу – [https://zakononline.com.ua/documents/show/114647\\_530906](https://zakononline.com.ua/documents/show/114647_530906).

**СТРУКТУРА СТОЯНОЧНОГО ЧАСУ РЕЙСУ СУДНА ВІДПОВІДНО ДО  
УМОВ ДОГОВОРУ РЕЙСОВОГО ФРАХТУВАННЯ**

**THE STRUCTURE OF TIME IN PORT OF THE VOYAGE TIME  
CONSIDERING THE VOYAGE CHARTER-PARTY TERMS**

*С.П. Онищенко<sup>1</sup>, д.е.н., проф., Ю.О. Коскіна<sup>1</sup>, д.т.н., проф.  
S.P. Onyshchenko<sup>1</sup>, Dr. Econ. prof., Yu.O. Koskina<sup>1</sup>, Dr. Eng., prof.*

*<sup>1</sup>Одеський національний морський університет (Одеса)  
<sup>1</sup>Odesa National Maritime University (Odesa)*

Основою формування стояночного часу рейса є сталійний час – безпосередня тривалість виконання вантажних робіт. У договорах рейсового фрахтування її може бути зафіксовано певною кількістю днів або ж визначено через погоджені у чартері норми вантажних робіт – кількість вантажу, яка має бути завантажена на судно (норма завантаження) або розвантаження з судна (норма розвантаження) за одиницю часу. За останнього варіанту при калькуляціях сталійного часу слід виходити саме з тих норм обробки судна, які погоджено сторонами договору рейсового фрахтування – вони можуть відрізнитися від звичайних норм відповідних вантажних робіт згідно до звичаїв портів [1]. Тож за погодження сталійного часу через норми вантажних робіт кількість днів на виконання відповідних вантажних робіт визначається у такий спосіб:

$$t_{стал} = \frac{Q_v}{M_{вр}}, \quad (1)$$

де  $t_{стал}$  - сталійний час, діб;  $Q_v$  - кількість вантажу, яку судно перевозить у рейсі, т;  $M_{вр}$  - норма вантажних робіт, т/судно-добу.

Окрім часу безпосереднього виконання вантажних робіт час стоянки судна у портах має враховувати і так звані додаткові витрати часу – періоди часу, коли судно за фактом знаходиться у порту, однак за різними причинами вантажні роботи не виконуються. Результати досліджень, оприлюднені у [2], свідчать про доволі вагомому частку додаткових витрат часу у порту, що ставить перед необхідністю їх ретельної калькуляції. Втім, на етапі попередньої калькуляції тривалості стояночного часу як складової частини загальної тривалості рейсу судовласник може виходити лише з домовленостей договору рейсового фрахтування щодо сталійного часу. Передбачити недоброеприятливі погодні умови, які перешкоджають проведенню вантажних робіт, наразі вкрай важко на етапі попередніх калькуляцій. По непогожих днях вантажні роботи не виконуються, адже договори рейсового фрахтування окремо прописують цю

вимогу формулюваннями «погожий робочий день» або «якщо дозволяє погода» [3]. На тривалість стоянки судна у порту впливає порядок рахування сталійних днів – необхідність проведення вантажних робіт по вихідних та святкових днях. Так, за інших рівних умов тривалість знаходження судна у порту буде більшою за укладання рейсового чартеру на умовах SHEx – «вихідні та святкові дні виключаються з підрахунку сталійного часу» аніж за рейсового чартера, укладеного на умовах SHInc, яке власне враховує вихідні та свята як сталійні дні, що вимагає виконання вантажних робіт по таких днях.

Важливим і є момент часу, з якого починається відрахунок погодженого у договорі рейсового фрахтування сталійного часу. Його пов'язують із поданням капітаном Нотісу про готовність судна до вантажних робіт, який може бути поданий незалежно від того, чи знаходиться судно у порту, незалежно від того, чи стоїть воно біля причалу, незалежно від того, чи пройдені формальності, пов'язані із прибуттям судна до порту (чартерне формулювання *www*). Інший варіант погодження порядку подання Нотісу полягає у можливості його подати після отримання судном «вільної практики». Тож період часу після подання Нотісу до початку відрахунку сталійного часу буде меншим за погодження умови про подання нотісу *www* порівняно із другим варіантом. За будь-якого варіанту погодження умов про подання Нотісу про готовність сталійний час починає рахуватися не одномоментно – між переданням Нотісу та безпосереднім початком відрахунку сталійного часу є певний проміжок часу – пільговий час, тривалість якого залежить від дня тижня та часу подання/акцепту Нотіса.

Тож у найбільш узагальненому вигляді умови договору рейсового фрахтування судна дозволяють скалькулювати час стоянки судна у вигляді таких складових:

$$t_{cm} = t_{стал} + t_{SH} + t_{NOR} + t_{gp}, \quad (2)$$

де  $t_{cm}$  - стояночний час у порту, діб;  $t_{SH}$  - тривалість неробочих періодів часу – вихідних та світових днів, діб;  $t_{NOR}$  - тривалість періоду часу в очікуванні можливості подати Нотіс про готовність;  $t_{gp}$  - тривалість «пільгового періоду», діб.

Зазначимо, що тривалість тих часових періодів, якими формуються додаткові витрати часу у порту, визначаються датою фактичного прибуття судна – днем тижня та часом доби [4]. Відтак, більш або менш точні калькуляції можуть виконуватися лише на етапі виконання переходів до портів завантаження і розвантаження.

[1] Раховецкий А.Н. Эффективность рейса морского судна. М.: Транспорт, 1989. – 141 с.

[2] Онищенко С.П., Коскіна Ю.О. Оцінка стояночного часу рейса з урахуванням чартерних умов. *Збірник наукових праць ДУІТ. Серія «Транспортні системи і технології»*. 2018. Вип.32. Т.2. С. 146-155.

[3] BIMCO contracts. URL: <https://www.bimco.org/contracts-and-clauses/bimco-contracts>.

[4] Коскіна Ю.О. Планування складових часу рейса з урахуванням умов чартер-партії щодо сталійного часу. *Вісник ОНМУ*. 2019. Вип. 2 (59). С. 166-182.

**КОМПАРАТИВНИЙ АНАЛІЗ ТЕРМІНУ «ДЕМЕРЕДЖ» У ЛІНІЙНОМУ СУДНОПЛАВСТІ ТА У ДОГОВОРАХ РЕЙСОВОГО ФРАХТУВАННЯ**

**COMPARATIVE ANALYSIS OF DEFINITION "DEMURRAGE" IN LINER SHIPPING AND VOYAGE CHARTERING**

*О.Л. Дрожджин<sup>1</sup>, к.т.н., доц., Ю.О. Коскіна<sup>1</sup>, д.т.н., проф.*

*<sup>1</sup>Одеський національний морський університет (Одеса)*

*O.L. Drozhzhyn<sup>1</sup>, PhD, assoc. prof., Yu.O. Koskina<sup>1</sup>, Dr. Eng. prof.*

*<sup>1</sup>Odessa National Maritime University (Odesa)*

Термін «демередж» регулює відносини сторін договору морського перевезення, яким у трамповому судноплаванні є рейсова чартер-партія, у лінійному – коносамент чи морська накладна.

Відповідно до стандартних умов договорів рейсового фрахтування застереження про демередж набуває чинності за невиконання фрахтувальником погоджених термінів обробки судна – сталійний час. Останнім, відповідно до тлумачення БІМКО [1], є період часу, на який судовласник надає та забезпечує доступ до судна для виконання вантажних робіт без сплати фрахтувальником додаткових до фрахту платежів. Цей період часу погоджується сторонами під час проведення перемовин та фіксується у договорах рейсового фрахтування кількістю днів або нормами вантажних робіт із погодженням порядку рахування сталійного часу. Тож за затримки судна під вантажними роботами довше за такий обумовлений термін судовласник отримує грошову виплату – демередж. Час знаходження судна під вантажною обробкою після закінчення сталійного часу називається контрсталійним та за кожен день знаходження судна на контрсталійному часу (незалежно від того, чи виконувались вантажні роботи) судовласник має отримувати демередж. Контрсталійний час рахується у «календарних днях» відповідно до тлумачення БІМКО [1], починаючи з моменту сплину сталійного часу до моменту фактичного закінчення вантажних робіт: відомою у фрахтовому бізнесі є приказка «once on demurrage – always on demurrage». Порядок рахування контрсталійного часу не є предметом обговорення сторонами під час укладання угоди, на відміну від ставки демереджа – тієї грошової величини, яка має бути сплачена судовласнику за затримки судна. Величина такої ставки залежить від типорозміру судна, а також у вірогідності затримки судна у портах під вантажними роботами.

У лінійному судноплаванні можливими є перевезення вантажів як в контейнерному обладнанні, яке належить перевізникові (Carrier Owned Container, СОС), так і в контейнерах вантажовласника (SOC, *Shipper Owned Container*). Оскільки демередж є платою за понаднормативне користування контейнерами, цей вид витрат нараховується лише для СОС-контейнерів. Лінійні коносаменти визначають демередж як невід’ємну складову фрахту.

Порядок надання вільних днів користування контейнерами (free-time), нарахування демереджу (або комплексного нарахування демереджу і детеншену) визначається тарифом перевізника. Перевізник визначає free-time, ставки демереджу відповідно до типу контейнерного обладнання, портів завантаження і розвантаження, напрямку перевезення (імпорт/експорт). Якщо застосовується демередж як такий, то днями для його нарахування є календарні дні поза тими, які визначені free-time, і до того дня, коли контейнер буде навантажений на судно (для експорту) чи до дня повернення контейнера порожнім в розпорядження перевізника (для імпорту). У випадку комплексного нарахування демереджу і детеншену, демереджем буде плата, яку стягує перевізник за понаднормативне користування контейнерним обладнанням лише на території терміналу поза терміну встановленого (чи узгодженого) вільного часу. Для експорту дні демереджу відраховуються від в'їзду контейнера на термінал (повного) до завантаження контейнера на судно без врахування безоплатних днів вільного користування (для експорту). Для імпорту дні демереджу рахуються від дня розвантаження контейнера з судна до виїзду з терміналу (повного) за вирахуванням днів безоплатного користування.

Необхідність розмежування зазначених понять в контексті трампового і лінійного судноплавства (рис. 1) пояснюється наведеними суттєвими змістовними відмінностями, нерозуміння яких може призвести до суперечок стосовно характеру та розміру виплат за демереджем. Тож вантажовласники, вступаючи у договірні відносини із перевізниками, мають чітко уявляти межі власної відповідальності відповідно до організаційної форми перевезення, до якого вони вдаються задля забезпечення транспортування вантажу.



Рисунок 1 – Розмежування поняття «демередж» у контексті лінійних перевезень та перевезень на умовах рейсового фрахтування

[1] Laytime Definitions For Charter Parties 2013. URL: <https://www.bimco.org/contracts-and-clauses/bimco-contracts/laytime-definitions-for-charter-parties-2013#>



**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНОГО  
ПОЛІГОНУ В СУЧАСНИХ УМОВАХ**

**IMPROVING THE TECHNOLOGY WORK OF THE RAILWAY IN  
MODERN CONDITIONS**

*канд. техн. наук. О.М. Костенніков, магістр Придатченко В.<sup>1</sup>*

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

*O. Kostiennikov O., PhD (Tech.), master Prydatchenko V.<sup>1</sup>*

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

Контейнерні термінали із середніми обсягами роботи в основному розташовуються на вантажних станціях загального користування. При їх проектуванні обсяги роботи були значно більшими, ніж зараз, тому ємність контейнерних площадок на сьогодні перевищує потрібну [1]. Частину 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.

Інноваційні технології пов'язані з новими формами організації перевезень. Це особливо актуально для центру транспортного сервісу, у власності якого знаходяться контейнери та платформи. 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 вагонами 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 (КНРЦ) [2].

Виявлено, що в значній частині проаналізованих робіт термінали виконують тільки одну функцію – переробки контейнерів. Але в умовах сучасного ринку контейнерних перевезень до термінальних комплексів висувуються нові вимоги [3]. На основі аналізу досвіду функціонування контейнерних терміналів на території Європи, США та Канади можливо зробити висновок про наступні загальносвітові тенденції в розвитку

термінально-логістичної інфраструктури контейнерних перевезень залізничним транспортом.:

- створення в технічному оснащенні накопичувально-розподільчих центрів, які виступають в ролі концентратів і розподільників контейнерних потоків являється загальносвітовою тенденцією;

- організація переміщення контейнерних потоків між накопичувально-розподільчими центрами в США та Канаді виконується контейнерними поїздами. Схожі тенденції мають місце і в Європі.

Виходячи із аналізу ринку контейнерних перевезень України, в яких значну частину складають одиночні відправлення вагонами в складі вантажних поїздів, а також сучасними загальносвітових тенденцій розвитку даної галузі, можливо поставити питання про економічну доцільність ефективності створення накопичувально-розподільчих центрів на мережі залізниць України, які пов'язані між собою рухом контейнерних поїздів.

Контейнерний накопичувально – розподільний центр для терміналу центру транспортного сервісу, здатним працювати в якості накопичувального і розподільного центру контейнерних потоків. КНРЦ відрізняється від стандартного контейнерного терміналу тим, що не тільки переробляє, а ще й об'єднує та розподіляє контейнерні потоки. Контейнерні накопичувально – розподільні центри планується утворювати на базі діючих контейнерних терміналів операторських компаній. Подібні центри повинні бути пов'язані між собою прямими контейнерними поїздами, тому другою відмінною особливістю КНРЦ є можливість приймати і формувати контейнерні поїзди на своїй території.

[1] Альошинський Є.С., Мкртчян Д. І., Шелехань Г. І. Пропозиції по удосконаленню технології контейнерних перевезень України. *Зб. наук. праць*. Харків: УкрДАЗТ, 2007. Вип. 80. С. 70-75

[2] Carlo H. J., Vis I. F., K. J. Roodbergen Storage yard operations in container terminals: Literature overview, trends, and research directions, *European journal of operational research*. 2014, Jun. Vol. 235, № 2. P. 412-430.

[3] Курмыньш Н. Логистика в восточной Европе: справочник по управлению системами логистики в восточной Европе или что необходимо знать, чтобы система была на 30% эффективнее. Рига, 2007. 191 с.

**УДК 656.07**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПОПИТУ НА АВТОМОБІЛЬНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ГРОМАДСЬКИМ ТРАНСПОРТОМ У ПРИМІСЬКОМУ СПОЛУЧЕННІ**

## **RESEARCH ON THE DEMAND FOR ROAD PUBLIC TRANSPORTATION IN SUBURBAN TRAFFIC**

***к.т.н. А.А. Кочина  
Ph.D. Anastasia Kochina***

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет  
Kharkiv National Automobile and Highway University*

Розподіл транспортного попиту на території, що оточує місто визначає закономірності розподілу відстаней пересувань навколо міста [1] та може служити основою моделюванню попиту на послуги транспорту загального користування у приміському сполученні. Створення моделі потреб населення у перевезеннях автомобільним транспортом загального користування зводиться до визначення найбільш точної матриці пасажирських кореспонденцій (МПК).

Серед методів отримання МПК властивий однозначний алгоритм розрахунку кореспонденцій та точкова оцінка матриці. Підхід до визначення потреб населення у пересуваннях громадським транспортом, який дає можливість отримати найбільш ймовірнісні стани МПК, котрі максимально наближені к реальному стану попиту на транспортні послуги представлений в рамках інтервальної концепції [2]. В рамках даної концепції приймається гіпотеза про те, що потреби у трудових пересуваннях носять випадковий характер і описуються не одною МПК, а їх переліком.

Визначення закономірностей розподілу величини відстані пересувань у приміському сполученні  $l'_p$  створює основу для визначення потреб у поїздках громадським транспортом на котрі реалізовані всі приміські пасажирські кореспонденції.

Набір відстаней пересувань населення у приміському сполученні, розподіл яких задає частоту здійснення пересування в рамках заданого інтервалу віддаленості від міста, можна сформулювати, наступним чином:

- формування МПК повинно базуватись на основі пересувань мешканців населених пунктів у приміському сполученні окремо в напрямку до міста в ранковий період та з міста в вечірній період;
- матриця відстаней між населеними пунктами у приміському сполученні, які представляють транспортні райони (ТР) та МПК повинні мати однакові розмірності;
- значення в клітинці матриці відстаней являє собою дальність переміщення між пунктами відправлення та прибуття пасажирів, а відповідне значення в МПК (розташоване на перетині тих самих рядка та стовпчика матриці) – кількість пересувань на дану відстань.

Оскільки відстані  $l'_{p_{ij}}$  гіпотетично можуть бути описані показниковим розподілом, то за наявності ймовірності здійснення пересування на певну відстань, яка належить інтервалу  $\Delta$  та матриці відстаней між об'єктами тяжіння на основі інтервальної концепції визначення потреб у пересуваннях можливо визначити такі стани МПК, які відповідають показниковому розподілу  $l'_{p_{ij}}$  [3]. Це створює можливість визначення таких станів МПК, які відповідають закономірностям розподілу відстаней пересувань між в заданому інтервалі. Отриманий розподіл  $l'_p$ , буде відноситись до встановлених інтервалів відстаней пересувань

$$l_{ij}^{(\Delta_I)} = l_{ij} \in [l_p^{(\Delta_I)}] = l_p^{(\Delta_I)} \in (\Delta_I^u; \Delta_I^e), \quad (1)$$

де  $l_{ij}$  – відстань пересувань за межами міста між  $i$ -м та  $j$ -м ТР, км;

$l_p^{(\Delta_I)}$  – відстань поїздок в напрямку міста в інтервалі групування згідно фактичному розподілу відстаней пересувань пасажирів, км;

$\Delta_I = (\Delta_I^h; \Delta_I^e)$  – інтервал групування відстаней пересувань пасажирів, що визначається нижньою  $\Delta_I^h$  та верхньою  $\Delta_I^e$  межами,  $I = 1, 2, \dots, x_{Int}$ ;

$x_{Int}$  – кількість інтервалів групування відстаней пересувань пасажирів.

Частка мешканців, відстань пересувань  $l'_p$  яких знаходиться в певному інтервалі, може бути знайдена як різниця значень функції показникового розподілу в точках, що відповідають межах даного інтервалу:

$$P\{l_{ij}^{(\Delta_I)}\} = P\{l_{ij} \in \Delta_I\} = P\{l_{ij} \in (\Delta_I^h; \Delta_I^e]\} = Z(\Delta_I^e) - Z(\Delta_I^h), \quad (2)$$

де  $P\{l_{ij}^{(\Delta_I)}\} = P\{l_{ij} \in \Delta_I\}$  – ймовірність того, що відстань пересування  $l_{ij}$  буде знаходитись в інтервалі  $\Delta_I$ ;

$Z(\Delta_I^e), Z(\Delta_I^h)$  – значення функції розподілу  $l'_{pij}$  в точках  $\Delta_I^e$  та  $\Delta_I^h$  відповідно.

Таким чином, для отримання МПК потрібно знайти такий розподіл кореспонденцій, що відповідає певній системі обмежень та відповідати існуючим закономірностям розподілу відстаней пересувань.

1. Горбачов П.Ф. Закономірності розподілу відстаней пересування пасажирів громадського транспорту в приміському сполученні / П.Ф.Горбачов, О.В. Макаричев, А.А. Кочина//Научно-технический сборник «Коммунальное хозяйство міст». Серія: Технічні науки та архітектура., 2019 – №. 5(151). С. 75-80.
2. Горбачов П.Ф. Концепція формування систем маршрутного пасажирського транспорту в містах: дис. ... доктора техн. наук: 05.22.01 / Горбачов Петро Федорович. – Харків, 2009 – 370 с.
3. Свічинський С.В. Формування функції розселення міського населення для визначення потреб у перевезеннях громадським транспортом: дис. ... канд. техн. наук : 05.22.01 / Свічинський Станіслав Валерійович. – Харків, 2015. – 223 с.

**УДК 656.271**

## **АНАЛІЗ ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОРГАНІЗАЦІЇ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

### **ANALYSIS AND IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGY OF ESTABLISHMENT MULTIMODAL TRANSPORTATION**

*канд.техн.наук А.Л. Кравець, магістрант М.В. Ветренко  
Український державний університет залізничного транспорту (Харків)*

*PhD (Tech.) A. Kravets, master M.Vetrenko  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

У сфері вантажних перевезень мультимодальні перевезення визначаються як використання кількох транспортних засобів для перевезення вантажів до кінцевого пункту призначення. Це можуть бути наземні або морські засоби. Мета полягає в тому, щоб скоротити транспортні витрати та терміни доставки. Це вимагає суворої та ретельно продуманої логістики для транспортування на короткі чи великі відстані.

Принцип мультимодального транспорту можна застосовувати в місцевому масштабі. Проте вся мета концепції полягає в тому, щоб максимально використати різноманітні світові ресурси. Таким чином, це допомагає підвищити реактивність і гнучкість. Цей вибір виявився важливим для сприяння розвитку активності. Саме вибір цього рішення може мотивувати бажання вийти на нові перспективні ринки [1].

Мультимодальні перевезення є хорошою стратегією економічного розвитку та розвитку громади. Мультимодальні перевезення можуть поєднувати різні види перевезення та майже всі види транспорту [2].

Останні десять років обсяг перевезених усіма видами транспорту вантажів коливався в межах від 600 до майже 812 млн т, досягнувши максимуму в 2011 році. Безперечними лідерами є залізничний та автомобільний транспорт. При цьому автотранспорт продемонстрував постійне зростання від 140 млн т у 2009 році до рекордних 244 млн т у 2019 році, а залізничний в цей період неухильно рухався до антирекорду. Дбаючи про розвиток залізничних перевезень необхідно відійти від практики крос-субсидування пасажирських перевезень за рахунок вантажних.

Дослідження ринку вантажних перевезень з точки зору визначення обсягів самих наданих послуг з перевезення вказують на помітну зміну ринкових часток. Особливо це значення у випадку сегментації ринку у розрізі більш владних для кожного виду транспорту вантажів [3].

Для розвитку транспорту в Україні державі слід і далі вкладати кошти в розбудову дорожньої інфраструктури, але при цьому не забувати про контроль над фінансовою складовою. Також бізнес чекає на низку нормативних змін – прийняття закону про створення Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сфері транспорту (НКРТ), закону про мультимодальні перевезення.

Також, для планування та оптимізації мультимодальних вантажних перевезень пропонується налагодити систематичний збір інформації про потоки вантажів, шляхом використання сучасних засобів комп'ютерної техніки, зв'язку та супутникової навігації.

Це дозволить створити технологію функціонування мережі мультимодальних перевезень на маршрутах за участю залізниць та автомобільного видів транспорту.

[1] CEVA Logistics © 2022 GEFCO. – Режим доступу:

<https://www.gefco.net/en/glossary/definition/multimodal-transport-1/>

[2] Department of Health / Morgan McDonald, MD, FACP, FAAP Interim Commissioner / 710 James Robertson Parkway Nashville, TN 37243. – Режим доступу: [tn.health@tn.gov](http://tn.health@tn.gov)

**УДК 656.21**

**РАЦІОНАЛЬНА ВЗАЄМОДІЯ ВИДІВ ТРАНСПОРТУ – ШЛЯХ ДО  
ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ВИКОНАННЯ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ**

**RATIONAL INTERACTION OF TRANSPORT MODES - THE WAY TO  
IMPROVE THE QUALITY OF CARGO DELIVERY**

*канд. техн. наук А.Л. Кравець, магістрант С.Я. Тимків  
Український державний університет залізничного транспорту (Харків)*

*PhD (Tech.) A. Kravets, master S. Tumkiv  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Більшість вантажних перевезень здійснюється за участю двох або більше видів транспорту. Стратегія розвитку транспорту передбачає розширення технічних та технологічних ресурсів транспортної галузі за рахунок створення єдиної збалансованої технічно та технологічно сумісної інфраструктури всіх видів транспорту для вантажовласників за умови забезпечення необхідного обсягу та якості транспортних послуг [1].

Єдність транспортної системи має забезпечуватися за рахунок чіткої та злагодженої взаємодії перевізників на терміналах у транспортних вузлах під час перевезення кількома видами транспорту. Взаємодія видів транспорту можна поділити на такі напрямки: технічний, технологічний, правовий, організаційний, економічний, інформаційний [2].

Складність у роботі вузла полягає у неузгодженості та нескоординованості дій суміжних видів транспорту. Причинами їх неузгодженості є низька розвиненість інфраструктури, відсутність терміналів, складів з автоматизованими перевантажувальними та складськими механізмами, відсутність автошляхів – під’їздів до терміналів.

Крім того, при змішаних перевезеннях кожен вид транспорту пропонує свої тарифи, вантажовідправнику часто неможливо остаточно розрахувати вартість такого перевезення, оскільки на етапі взаємодії можуть виникнути додаткові витрати, спричинені недостатньо оперативною взаємодією різних видів транспорту, нераціональним вибором маршруту.

Створення транспортних центрів є необхідним для покращення якості послуг, що надаються під час транспортування вантажів. Ця технологія дозволить:

- 1 Залучити достатній для залізничного транспорту обсяг вантажів, тим самим збільшуючи його прибутковість;
- 2 Прискорити час пошуку вантажів на терміналі та зменшення витрат на

зберігання та доставку товарів, що збільшить конкурентоспроможність залізничного транспорту;

3 Збільшити пропускну здатність терміналів та залізничних станцій;

4 Ввести єдиний транспортний документ, який спростить обробку вантажів на всьому маршруті слідування;

5 Створити єдину базу даних для всіх причетних до перевезення служб, що скоротить час пошуку вантажів та зменшить остаточну вартість транспортування;

6 Зменшити необхідність виконання додаткових операцій для перевантаження або сортування вантажів за допомогою логістичних методів, що дозволить підвищити безпеку вантажів та зниження витрат;

7 Зменшити, а в деяких випадках, виключити подвійні зустрічні потоки взаємозамінних однорідних вантажів, що впорядкує потоки вантажів країни.

[1] Оновлена транспортна стратегія. Напрямки політики. – Режим доступу:

[https://mtu.gov.ua/files/strategy\\_ukr.pdf](https://mtu.gov.ua/files/strategy_ukr.pdf).

[2] Дослідження етапів розподілу процесу переробки міжнародних вантажопотоків при змішаних перевезеннях // Альошинський Є.С., Світлична С.О., Виборнова Ю.Ю. // Технологічний аудит. – № 4/1(12), 2013. – С. 27-33.

**УДК 656.271**

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ПРИ ВЗАЄМОДІЇ ВАНТАЖНОЇ СТАНЦІЇ ТА МИТНИХ ОРГАНІВ**

### **IMPROVEMENT OF WORK TECHNOLOGY IN THE INTERACTION OF CARGO STATION AND CUSTOMS AUTHORITIES**

*канд.техн.наук А.Л. Кравець, магістрант Ю.І. Андрейко  
Український державний університет залізничного транспорту (Харків)*

*PhD (Tech.) A. Kravets, master Y. Andreiko  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Залізничний транспорт є однією з найважливіших базових галузей економіки України, що забезпечує її внутрішні та зовнішні транспортно-економічні зв'язки, а також потреби населення в перевезеннях [1].

Аналіз стану вітчизняної залізничної транспортної системи на предмет упровадження інтегрованих технологій свідчить про те, що подальший розвиток перспективних видів перевезень неможливий без розв'язання проблеми забезпечення високих швидкостей доставки вантажів [2].

Обмежувальний вплив на просування вагонопотоків на прикордонних передавальних станціях має процес виконання митного оформлення вантажів. Однак для удосконалення технології роботи станції при обробці експортно-імпортного вагонопотоку було обрано вантажну станцію на якій виконується

митний контроль вантажів.

Розрахунок і оптимізація технічних і технологічних параметрів прикордонних станцій є можливими тільки на підставі математичної моделі функціонування станції. Створення такої моделі вимагає чіткого уявлення послідовності і взаємозв'язку окремих технологічних операцій, що виконуються в різних підрозділах станції.

Узагальнений аналіз результатів моделювання показав, що значні витрати часу виникають при виконанні технологічних операцій та операцій обробки перевізних документів працівниками станції та митними органами.

При детальному розгляді послідовності обслуговування матеріального та інформаційного потоків на станції у поєднанні з митницею, було встановлено декілька технологічних нюансів, відповідно до яких можливе запровадження інших умов їх виконання, що дозволить досягти більш раціональних умов обробки вантажів.

[1] Закон України про залізничний транспорт : затв. постановою Верховної Ради від 04.07.1996 р., № 274/96-ВР. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/273/96-%D0%B2%D1%80#Text>.

[2] Науково-технічні дослідження у галузі транспорту: колективна монографія / за заг. ред. Д.В. Ломотька. – Академія технічних наук України. – Івано-Франківськ: Видавець Кушнір Г.М. – 2022, Т2. – 216 с.

**УДК 656.2**

## **ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ ЯК БЕЗАЛЬТЕРНАТИВНИЙ ШЛЯХ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ**

### **INTELLECTUALIZATION AS AN UNALTERNATIVE WAY OF TRANSPORT SYSTEMS INNOVATIVE DEVELOPMENT**

*Канд. техн. наук, доцент О.М. Красноштан  
Національний транспортний університет (м. Київ)*

*PhD (Tech.) O.M. Krasnoshtan  
National Transport University (Kyiv)*

Транспортні системи постійно перебувають в процесі розвитку. В процесі розвитку постійного удосконалення зазнають конструкції транспортних засобів, об'єкти інфраструктури, параметри їх взаємодії. Не стоїть на місці і розвиток технології перевезень.

В ході розвитку відбуваються запровадження нових (тих, що раніше не використовувались) фізичних, хімічних і біологічних явищ та ефектів. Розвиток транспортних систем стимулюється двома основними мотиваторами:

- Економічні фактори: підвищення ефективності та операційних параметрів задля досягнення бажаних економічних результатів функціонування та перемоги у конкурентній боротьбі;



- Формальні вимоги та обмеження: національні або міжнародні норми та обмеження, яким повинні відповідати системи або їх компоненти – норми з екологічності, безпеки тощо.

Досягнення цільових параметрів системи можливе екстенсивними або інтенсивними шляхами.

В поточному періоді екстенсивний підхід застосовується не часто з огляду на низьку ефективність. А іноді його застосування не можливе. Для прикладу, підвищення пропускної здатності ділянки при екстенсивному шляху розвитку вирішується будівництвом додаткових колій. Однак, через щільність забудови, особливості рельєфу місцевості, інші фактори, реалізувати екстенсивний розвиток практично неможливо. Більш того, це призводить до вилучення з економічного обігу земель.

Таким чином, все більшого поширення набуває інтенсивний розвиток, суть якого в загальному вигляді можна викласти як максимально інтенсивне використання наявних можливостей: інфраструктурних, технологічних, технічних тощо.

Своєю чергою, реалізація інтенсивний розвиток передбачає підвищення параметрів роботи системи: швидкодії, швидкості, точності, складності систем управління тощо. При цьому часто настає момент, при якому фізичні спроможності людини (зокрема швидкість реакції, пильність, уважність) в транспортній системі (яка є людино-машинною системою) стають обмежуючим фактором подальшого розвитку транспортної системи. У таких випадках подальший розвиток системи можливий лише за рахунок заміщення функцій людини технічними засобами.

Як відомо, існує 7 ієрархічних рівнів технізації систем: 1 – ручна праця, 2 – механізація, 3 – автоматизація, 4 – інформатизація, 5 – інтелектуалізація, 6 – самоорганізація, 7 – самовідтворення [1]. Наразі розвиток транспортних систем перебуває на 3...5 рівнях. При тому, вихід на рівень 5 лише розпочався, тому говорити про повноцінне перебування на п'ятому ієрархічному рівні технізації ще зарано.

Разом із тим, інтелектуалізація транспортних систем дозволить змінити парадигму їх розвитку. Ряд основоположних принципів розвитку, які десятиліттями сповідувались у процесі функціонування транспортних систем, відійдуть у минуле, а на заміну прийдуть інші принципи, які до того вважались невірними або нездійсненними.

Так, однією з головних цінностей інтелектуалізації в транспортних системах, є об'єднання множинних підсистем (наприклад транспортних засобів, рухомих одиниць), не пов'язаних між собою фізично (механічно або електрично), в єдину систему, що управляється з єдиного центру. Це дозволяє відмовитись від традиційного підходу щодо укрупнення для підвищення інтенсивності та перейти до множинного способу підвищення інтенсивності, при цьому зберігши переваги множинного способу: гнучкість, ширина охопту, більша надійність та відмовостійкість.

Як відомо [2], одним із головних заходів, що застосовуються для реалізації способів підвищення продуктивності транспортних систем, є перехід від

дискретних до неперервних (або квазібезперервних) процесів. Саме інтелектуалізація транспортних систем і транспортних процесів є необхідним і безальтернативним фундаментом для переходу від дискретних до неперервних (або квазінеперервних) процесів.

Так, для прикладу, використання множини малих рухомих одиниць взамін однієї великої дозволяє перейти від дискретної системи перевезень (формування збірних вантажів, великопартійних поставок тощо) до неперервної (перевезення малих партій малими рухомими одиницями). Однак, такий перехід можливий лише у випадку жорсткої координації і об'єднання множини одиниць у єдине ціле з точки зору управління процесом. При цьому надійність та ритмічність перевезень значно зростуть. Більш того, такий підхід дозволить в майбутньому скоротити потребу у консолідуючих потужностях (склади, накопичувальні комплекси тощо), оскільки потреба у їх функціях зникне.

[1] Інновації на залізничному транспорті: стан, проблеми, перспективи: / О.Крансоштан // Інноваційний розвиток транспортного комплексу: Монографія / За загальною редакцією проф. О.М.Ложачевської. Київ: Міленіум, 2021. 210 с.

[2] Ломотько Д.В., Красноштан О.М. Інноваційні методи підвищення продуктивності та швидкодії систем контрейлерних перевезень – Д.В. Ломотько, О.М. Красноштан // Вісник Національного транспортного університету. – 2021. - №1(48). – С.188-202.

**УДК 656.2**

## **ТЕХНОЛОГІЯ РОБОТИ СТАНЦІЙ В УМОВАХ АВТОМАТИЗАЦІЇ**

### **STATION WORK TECHNOLOGY UNDER AUTOMATION CONDITIONS**

*док. техн. наук., професор О.В. Лаврухін, магістр Михайлова В.<sup>1</sup>*

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

*Dr., professor Lavrukhin O., master Mykhailova V.<sup>1</sup>*

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

В умовах кризових явищ на ринку вантажних перевезень України спостерігається тенденція щодо зменшення обсягів вагонопотоків на залізничній мережі, і як наслідок, збільшується період накопичення составів, що призводить до невиконання строків доставки вантажів, тощо. В той же час загострюється конкуренція з автомобільним вантажним транспортом в секторі перевезень вагонних та групових відправок [1]. Залізничні станції є одним з головних елементів транспортної інфраструктури країни. Від якості їх роботи суттєво залежить рівень конкурентоспроможності залізничного транспорту на ринку транспортних послуг. У зв'язку з цим особливої актуальності набувають питання вдосконалення станцій для приведення їх технічного оснащення і технології роботи у відповідність до сучасних вимог ринкової економіки. При цьому виникає проблема оцінки ефективності можливих варіантів

удосконалення. Ефективним засобом аналізу й оцінки показників функціонування станцій в різних умовах є імітаційне моделювання станційних процесів з використанням інформаційних систем.

Існує безліч підходів до моделювання залізничних станцій. Аналіз існуючих моделей виконаний у першому розділі магістерської роботи. Одним з недоліків більшості існуючих моделей є те, що у них або взагалі не враховується, або спрощено моделюється діяльність оперативно-диспетчерського персоналу [2]. Разом з тим, саме ці працівники керують технологічним комплексним процесом, тим самим надаючи значний вплив на підсумкові показники роботи станції. Тому при оцінці варіантів оперативних рішень доцільно використовувати ергатичні моделі, в яких людина-оператор бере безпосередню участь у моделюванні та керує роботою станції.

Тому було розроблено ергатичну модель для оцінки різних варіантів техніко-експлуатаційних рішень показало її досить високу ефективність. При цьому техніко-економічна оцінка комплексу планованих організаційно-технічних заходів виконувалася за допомогою функціональної ергатичної моделі парку прибуття. Отримане рішення дозволяє визначити раціональний комплекс заходів з урахуванням вартості проекту та ефекту від його реалізації. Такий підхід дозволяє підвищити ефективність планованих на станції заходів у середньому на 15%.

[1] Механізми ефективного використання та розвитку потенціалу транспортно-дорожнього комплексу України. К. Національний інститут стратегічних досліджень, 2014. 60 с.

[2] Прохорченко А. В. Концептуальні підходи до управління пропускною спроможністю залізничної інфраструктури в умовах конкуренції на ринку перевезень. Залізничний транспорт України. 2013. Вип. 3/4. С. 63–65

**УДК 656.223:339.13**

## **УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПІД'ІЗНИХ КОЛІЇ НА БАЗІ ЛОГІСТИЧНИХ ПІДХОДІВ**

### **IMPROVING THE OPERATION OF RAILWAY INDUSTRIES TRACKS BASED ON LOGISTICS APPROACHES**

*Докт. техн. наук Д.В. Ломотько<sup>1</sup>,  
І.І.Самойлов<sup>1</sup>, М.В. Андрейчук<sup>1</sup>, М.Т. Гусейнова<sup>1</sup>*

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

*Doct. of science (tech.) D.V. Lomotko<sup>1</sup>  
I.I. Samoilo<sup>1</sup>, M.V. Andreichuk<sup>1</sup>, M.T. Huseynova<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Ukrainian state university of railway transport (Kharkiv)*

Залізничний транспорт є основною складовою єдиного транспортного комплексу України, оскільки його частку припадає близько 80 % загального

обсягу вантажних перевезень. Останнім часом саме залізниці здійснили об'єднання виробників різних регіонів держави до єдиного національного ринку. Потужні інформаційні ресурси, які має АТ «Укрзалізниця», відображають практично в реальному масштабі часу динаміку технологічних процесів переміщення транспортних потоків. Тому закономірно визнати АТ «Укрзалізниця» ініціатором та основою для формування національної макрологістичної системи. У процесі реформування національної системи залізниць невід'ємною її частиною має стати вертикальна структура, що складається з головного та регіональних логістичних центрів із подальшою їх інтеграцією безпосередньо до промислових підприємств. Все це дозволить галузі зайняти домінуючу роль в управлінні вантажопотоками в масштабах транспортного комплексу країни у сучасний непростий час.

Світовий досвід показує, що у сучасних умовах функції перевезення реалізуються логістичними системами, тобто складними транспортними системами, побудованими на логістичних технологіях. Широке застосування сучасних інформаційних та інтелектуальних технологій у перевізний процес є інструментом, що гарантує реалізацію високих вимог вантажовласників та операторів рухомого складу.

Структурно можна запропонувати трирівневий варіант перспективної логістичної системи. На верхньому рівні передбачено формування головного логістичного центру, на середньому рівні пропонується створення регіональних логістичних центрів, на нижньому рівні передбачено місцеві логістичні центри для роботи безпосередньо на під'їзних коліях промислових та сільськогосподарських підприємств.

Впровадження логістичних підходів базується на використанні сучасних корпоративних інформаційних систем SCM (Supply Chain Management), які забезпечують зниження витрат підприємств на логістику та закупівлю. Традиційні, раніше напрацьовані ефективні технологічні рішення у системі залізниць вже частково використовують у галузі. Наприклад, такі технологічні елементи та схеми на базі АСК ВП УЗ-Є, яка є комплексною системою та включає підсистеми безперервного планування та контролю роботи з місць навантаження спільно із власниками під'їзних колій, морськими портами. Основне завдання в цьому випадку полягає у призначенні відправницьких та технологічних маршрутів, укрупнення груп вагонів на станціях на адресу одного одержувача вантажу, комплексна система ефективного використання вагонів на станціях та під'їзних шляхах підприємств. Однак, у складних сучасних логістичних системах, вони потребують доопрацювання шляхом застосування систем автоматичної ідентифікації та позиціонування рухомого складу.

Таким чином, впровадження логістичного досвіду минулих років у ринкових умовах потребує посилення транспортної системи економічними стимулами та новітніми автоматизованими інформаційно-управлінськими технологіями. Це сприятиме отриманню синергетичного та інтеграційного ефекту діяльності залізничної галузі. Потребує вирішення питання щодо подолання відставання у розвитку мережі українських залізниць від залізниць

країн ЄС, які сьогодні перебувають на різних етапах реформування, але при цьому істотно випереджають залізниці України.

Проведення ринкових перетворень на залізничному транспорті сприятиме прискоренню темпів європейської інтеграції, налагодженню більш тісного міжнародного економічного співробітництва та підвищенню конкурентоспроможності українських залізниць на ринку транспортних послуг, дасть можливість ефективно використовувати залізничну мережу, а також збалансувати інтереси залізниць та споживачів їх послуг.

[1] Офіційний веб-сайт Укрзалізниці [Електронний ресурс]: інтермодальні перевезення. –Режим доступу: [www.uz.gov.ua](http://www.uz.gov.ua) –(Дата звернення 06.10.2022)

[2] Бутько Т.В., Ломотько Д.В. Методологічний підхід до формалізації процесу функціонування великих динамічних систем залізничного транспорту // Зб. Наукових праць УкрДАЗТ. – Випуск 85. Харків, 2007. – с.25-34.

[3] Ломотько Д.В., Канівська Д.В. Удосконалення технології розподілу вагонів за умов застосування методів стимулювання лінійних підрозділів // Інноваційний транспорт. 2012. № 2. С. 3-7.

[4] Науково-технічні дослідження у галузі транспорту: колективна монографія / за заг. ред. Д.В. Ломотька. – Академія технічних наук України. – Івано-Франківськ: Видавець Кушнір Г.М. – 2022. Т1. – 216 с.

**УДК 656.2**

## **ТЕХНОЛОГІЯ РОБОТИ СТАНЦІЙ В УМОВАХ АВТОМАТИЗАЦІЇ**

### **STATION WORK TECHNOLOGY UNDER AUTOMATION CONDITIONS**

*магістр Михайлова В.<sup>1</sup>*

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

*master Mykhailova V.<sup>1</sup>*

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

В умовах кризових явищ на ринку вантажних перевезень України спостерігається тенденція щодо зменшення обсягів вагонопотоків на залізничній мережі, і як наслідок, збільшується період накопичення составів, що призводить до невиконання строків доставки вантажів, тощо. В той же час загострюється конкуренція з автомобільним вантажним транспортом в секторі перевезень вагонних та групових відправок [1]. Залізничні станції є одним з головних елементів транспортної інфраструктури країни. Від якості їх роботи суттєво залежить рівень конкурентоспроможності залізничного транспорту на ринку транспортних послуг. У зв'язку з цим особливої актуальності набувають питання вдосконалення станцій для приведення їх технічного оснащення і технології роботи у відповідність до сучасних вимог ринкової економіки. При цьому виникає проблема оцінки ефективності можливих варіантів удосконалення. Ефективним засобом аналізу й оцінки показників функціонування станцій в різних умовах є імітаційне моделювання станційних процесів з використанням інформаційних систем.

Існує безліч підходів до моделювання залізничних станцій. Аналіз існуючих моделей виконаний у першому розділі магістерської роботи. Одним з недоліків більшості існуючих моделей є те, що у них або взагалі не враховується, або спрощено моделюється діяльність оперативно-диспетчерського персоналу [2]. Разом з тим, саме ці працівники керують технологічним комплексним процесом, тим самим надаючи значний вплив на підсумкові показники роботи станції. Тому при оцінці варіантів оперативних рішень доцільно використовувати ергатичні моделі, в яких людина-оператор бере безпосередню участь у моделюванні та керує роботою станції.

Тому було розроблено ергатичну модель для оцінки різних варіантів техніко-експлуатаційних рішень показало її досить високу ефективність. При цьому техніко-економічна оцінка комплексу планованих організаційно-технічних заходів виконувалася за допомогою функціональної ергатичної моделі парку прибуття. Отримане рішення дозволяє визначити раціональний комплекс заходів з урахуванням вартості проекту та ефекту від його реалізації. Такий підхід дозволяє підвищити ефективність планованих на станції заходів у середньому на 15%.

[1] Механізми ефективного використання та розвитку потенціалу транспортно-дорожнього комплексу України. К. Національний інститут стратегічних досліджень, 2014. 60 с.

[2] Прохорченко А. В. Концептуальні підходи до управління пропускнуою спроможністю залізничної інфраструктури в умовах конкуренції на ринку перевезень. Залізничний транспорт України. 2013. Вип. 3/4. С. 63–65

**UDC 621.397**

## **CONCEPTS FOR ORGANIZING VIDEO SURVEILLANCE SYSTEMS TO INCREASE THE SAFETY OF TRAIN TRAFFIC**

*V.P. Nerubatskyi, PhD (Tech.), D.A. Hordiienko, Postgraduate,  
V.R. Tsybulnyk, Postgraduate  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

The problem of technical ensuring the safety of train traffic is one of the most important in railway transport [1, 2].

In many countries, video surveillance systems are widely used, implemented by installing video cameras in the driver's cab, by analogy with a DVR in a car. This form of organization of video surveillance can be implemented by additionally equipping the monitoring system with a thermal imager (for video surveillance at night) and a lidar (for detecting remote objects using active optical systems) [3, 4]. This type does not require a video camera communication channel at the object of observation with the driver or dispatcher, however, it has a significant drawback in the form of a limited range.

A more effective form of organizing video surveillance in terms of improving the safety of train traffic is a system that provides for the installation of video cameras at

the place of observation and the availability of communication channels with the driver and the train control center. Such an intelligent video surveillance system has no range restrictions (distance to the object of observation), does not depend on the relief of the path (sharp turns, hills) or insufficient visibility due to bad weather [5].

The greatest efficiency lies in the complete integration of intelligent communication technologies between the user, vehicle, traffic control system and infrastructure. This concept involves implementation using the communication infrastructure laid along the railway track.

The use of video cameras with the function of video analytics at important facilities (crossings, bridges, tunnels) can improve traffic safety in two ways:

- promptly monitor the situation at the facility and transmit video signals to the dispatcher in the control center or directly to the driver to make a prompt decision in emergency cases;

- control the movement of trains in automatic mode, technically implementing the function "driver", based on a situational analysis of the situation on the railway tracks.

When solving the problem of improving safety and implementing the train traffic algorithm in the "driver" mode, it is assumed that in the process of speed control, the video surveillance system performs the function of "vision". Therefore, the quality of the video signal must meet the requirements of "machine vision", which are necessary for the effective operation of the recognition devices of the intelligent video surveillance system in conditions of high-speed train traffic. This means the ability of video analytics to solve complex problems of predicting the behavior of objects of observation, distinguishing many small details in a video image that are physiologically inaccessible to the human eye. To perform such tasks, it is necessary to obtain high-definition and high-resolution video images, reproduction of a large number of color shades (luminance signal) and a high frame rate. Such a broadband and high-quality digital video signal (with a bandwidth of about 1 GHz) can only be transmitted via a fiber-optic information transmission system. The fiber optic system has a huge bandwidth and can provide the required signal transmission speed.

One or more video cameras are installed in places of increased danger (Fig. 1). The built-in video analytics, implemented using a video processor at the location of the video camera, automatically generates a control signal for the start and end of the video image broadcast from the video camera to the central video server located at the control center station in the event of a dangerous situation. Information enters the driver's cab via a radio channel using base stations.

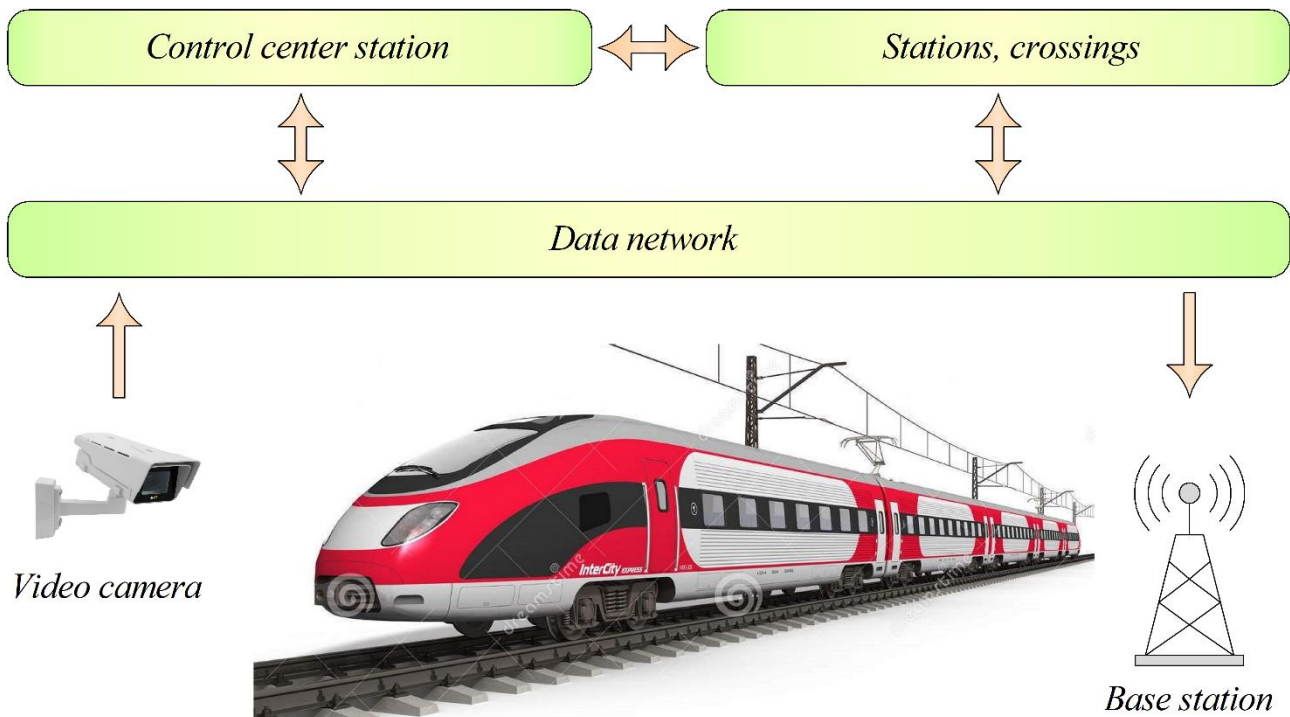


Fig. 1. The concept of intelligent video surveillance system

Thus, to improve the efficiency of train traffic control, it is advisable to use an intelligent video surveillance system with distributed video analytics. The processed information in the video server will be sent to the central processing unit and used for interval control of train traffic.

- [1] Nerubatskyi V. P., Plakhtii O. A., Hordiienko D. A., Syniavskyi A. V., Philipjeva M. V. Use of modern technologies in the problems of automation of data collection in intellectual power supply systems. *Modern engineering and innovative technologies*. 2022. Issue 19. Part 1. P. 38–51. DOI: 10.30890/2567-5273.2022-19-01-058.
- [2] Nerubatskyi V. P., Hordiienko D. A. Intellectual system of traction power supply of electric rolling stock. *Applied Scientific and Technical Research: Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference, April 1–3, 2020, Ivano-Frankivsk Academy of Technical Sciences of Ukraine*. Ivano-Frankivsk: Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, 2020. Vol. 2. P. 111–113.
- [3] Shafiq M. Q., Nazir S., Yousaf M. H., Velastin S. A. Robust framework for human localization and detection in moving train carriage. *9th International Conference on Imaging for Crime Detection and Prevention (ICDP-2019)*. 2019. P. 26–31. DOI: 10.1049/cp.2019.1163.
- [4] Liang Y., Qian X., Zhu L. Towards Better Railway Service: Passengers Counting in Railway Compartment. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*. 2021. Vol. 31, No. 2. P. 439–451. DOI: 10.1109/TCSVT.2020.2979984.
- [5] Goh C. G., Lim W. H., Chua J., Atmosukarto I. Image Analytics for Train Crowd Estimation. *2018 Digital Image Computing: Techniques and Applications (DICTA)*. 2018. P. 1–6. DOI: 10.1109/DICTA.2018.8615794.

УДК 656.073

**ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ КАНАЛІВ ДОСТАВКИ  
ДРІБНОПАРТІЙНИХ ВАНТАЖІВ У МІЖМІСЬКОМУ СПОЛУЧЕННІ**

**OPTIMISING THE PARAMETERS OF SMALL CONSIGNMENT  
DELIVERY CHANNELS IN INTERCITY TRAFFIC**

*Потаман Н.В., доцент, к.т.н.,*



*Potaman N., Associate Professor, PhD in Technical Sciences,  
Kharkiv National Automobile and Highway University*

Проблема пошуку способів оптимізації доставки дрібнопартійних вантажів у міжміському сполученні доволі актуальна на сьогодні [1]. Вирішення задачі оптимізації доставки дрібнопартійних вантажів у міжміському сполученні ускладнюються низкою об'єктивних чинників: великі обсяги інформації, що виникають у процесі виконання перевезень та потребують термінового опрацювання; висока часова частота постачань; велика кількість часових і технологічних обмежень; часті коливання попиту; велика кількість вантажоодержувачів і відправників вантажу; сильний вплив некерованих чинників зовнішнього середовища [2, 3].

Здійснення доставки дрібнопартійних вантажів можливе з використанням каналів розподілу продукції різної структури. Під час проведення досліджень розглядалася організація доставки дрібнопартійних вантажів за трьома видами структури каналу доставки.

Перша структура каналу доставки, коли вантаж від виробника перевозиться на розподільний центр (термінал), а потім увесь обсяг поставок продукції розподіляється кінцевим споживачам, які перебувають на території обслуговування за маятниковими маршрутами. Друга схема доставки продукції передбачає аналогічну схему доставки вантажів, але використовуючи розвізні маршрути на останній ланці каналу доставки. Третя схема доставки продукції передбачає доставку вантажу від виробника до кінцевих споживачів без використання терміналів, але використовуючи розвізні маршрути. Як цільову функцію розглянуто витрати на доставку вантажів, які мають прагнути до мінімуму

$$B_{заг} = f(q_n, g, N, F, n_s, I) \rightarrow \min, \quad (1)$$

де  $q_n$  - вантажопідйомність автомобіля, т;  $N$  - кількість кінцевих споживачів, од;  $I$  - інтервал надходження заявки, год;  $\bar{g}$  - середній обсяг завезення вантажу в один пункт на маршруті, т;  $F$  - площа території обслуговування, км<sup>2</sup>;  $n_s$  - кількість пунктів завезення на маршруті, од.

У результаті проведеного повнофакторного експерименту, отримали розрахункові значення загальних витрат на доставку дрібнопартійних вантажів і методом найменших квадратів обчислили її коефіцієнти. Результатами експерименту є системи емпіричних рівнянь для кожної із запропонованих структур каналів доставки. Для першої схеми каналу доставки продукції

$$B_{заг} = 479,51 \cdot 0,474^g \cdot 0,998^N \cdot 1,0000^F \cdot 1,076^I . \quad (2)$$

Для другої схеми каналу доставки продукції

$$B_{заг} = 612,72 \cdot 0,425^g \cdot 0,999^N \cdot 1,1347^I . \quad (3)$$

Для третьої схеми каналу доставки продукції

$$B_{заг} = 500,94 \cdot 0,439^g \cdot 1,0001^N \cdot 1,145^I . \quad (4)$$

Вплив зовнішніх чинників і внутрішніх параметрів системи доставки на витрати на доставку має нелінійний характер, у результаті якого утворюється екстремум функції, в якому досягається мінімум витрат. У межах кожної схеми зміна окремих факторів може визначати області раціонального використання кожної із запропонованих транспортно-технологічних схем доставки вантажів. Швидкість зміни функції приведених витрат при зміні зовнішніх факторів і внутрішніх параметрів системи доставки різна. Можливе таке поєднання зовнішніх і внутрішніх параметрів системи доставки, за якого можливо вибрати раціональну схему каналу доставки вантажів.

1. Naumov, V. O. Shulika, D. Velikodnyi. Results of experimental studies on choice of automobile intercity transport delivery schemes for packaged cargo // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. 2015. V. 17. N 7. P. 87-91.

2. Нагорний Є.В., Наумов В.С., Шуліка О.О. Формування варіантів технології доставки тарно-штучних вантажів автомобільним транспортом у міжміському сполученні // Автомобільний транспорт : сб. науч. тр. / М-во образования и науки Украины, ХНАДУ, 2013. Вып. 32. С. 61-6

3. Потаман Н.В, Варнаков В.І. Вибір раціональної технології доставки вантажів в міжміському сполученні // Вісник Східноукраїнського нац. ун-ту ім. В. Даля. 2018. №2(243). С.179-184.

**УДК 656.13:656.212**

## **СУЧАСНИЙ СТАН ЛОГІСТИКИ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УКРАЇНІ**

### **CURRENT STATE OF TRUCK LOGISTICS IN UKRAINE**

*канд. техн. наук Г.О. Примаченко<sup>1</sup>, аспір. Є.І. Григорова<sup>1</sup>,  
аспір. К.О. Тарасов<sup>1</sup>, магістр. Н.А. Карпенко<sup>1</sup>*

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

*Н.О. Prymachenko<sup>1</sup>, PhD (Tech.), Ye.I. Hryhorova<sup>1</sup>, Postgrad. St.,  
К.О. Tarasov<sup>1</sup>, Postgrad. St., N.A. Karpenko<sup>1</sup>, Mag. St.*

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

Сьогодні в Україні спостерігаємо труднощі в економіці та зниження купівельної спроможності громадян, а це впливає на продажі і, відповідно, на логістику. У галузі логістики очікуються відчутні та кардинальні зміни. Зараз ситуація у сфері логістики для українських компаній наступна:

- небезпеку використання транспорту;
- ризик втрати товару під час складського зберігання;
- необхідність перебудовувати маршрути безпосередньо під час руху;
- різний комендантський час в областях, блок-пости, огляди – це впливає на тривалість доставки вантажів.

Для вирішення окресленої проблематики у сфері логістики необхідно оптимізувати процеси доставки вантажів різними видами транспорту, у тому числі мультимодальні перевезення вантажів, та адаптуватися під труднощі сучасного військового часу у країні, щоб уникнути їх у подальшому. Під час війни треба знаходити нові шляхи та процеси максимально швидко, планувати запасні маршрути заздалегідь. Усі ці проблеми постають перед транспортною галуззю сьогодні і потребують вирішення.

По-перше, гострим стає питання цифровізації у сфері української логістики – необхідно контролювати ситуацію в онлайн-режимі та шукати точки оптимізації. Частину роботи потрібно віддавати на аутсорсінг, щоб бізнесу логістики бути сьогодні більш гнучкішим – відслідковувати ціни на пальноє, обирати оптимальні та безпечні маршрути, контролювати кожний кілометр у реальному часі, а також прискорити оформлення документів. Для цього необхідним є залучення фахівців з ІТ сфери [1].

По-друге, треба знайти та організувати нові хаби для зберігання вантажів, які мають бути облаштовані системами захисту та контролю. Заздалегідь забезпечити лінійних працівників, мати додаткові локації для зберігання та відвантаження. Автомобільні, авіа- та морські перевезення, залізнична і мультимодальна логістика внутрішнього та міжнародного сполучення є актуальними напрямками для дослідження сьогодні, бо якщо один зі маршрутів стане недоступним, треба щоб можна було використати інший.

Ціни зростають, але і населенню, і бізнесу потрібні надійні партнери, якісні послуги: для доставки — це швидкість, гарантовані терміни, зручне обслуговування та цілісність вантажу, тому роль колаборації, співпраці компаній та взаємодії видів транспорту невіддільно росте і вже зараз потрібно розширювати географію маршрутів, а також розглядати розгортання складів закордоном, або на кордонах України з іншими країнами. Проте у цьому всьому для бізнесу нашої країни є і плюс, адже українські компанії мають можливість відтепер виходити на міжнародні ринки, залучаючи усі наявні види транспорту, особливо залізничний транспорт, який на сьогодні виявився надійним у ситуації з блокуванням портів, відміною авіасполучення, і попри навантаження на залізничну інфраструктуру під час перевезення зерна, зміг наростити експорт навіть після «зернової угоди» та відкриття портів [2].

Будь-яка криза — це нові можливості. Європа та світ відкривають для нашої країни двері, а Україна їм може дати масштабні цифрові проекти, потужні

кадри та сучасні стартапи, які можна успішно масштабувати, щоб втриматися та продовжувати розвивати економіку та благополуччя людей.

1. Логістика під час воєнного стану - досвід SYNEX LOGISTICS. URL: <https://trademaster.ua/articles/313567> (дата звернення 18.11.2022).

2. У вересні Укрзалізниця перевезла рекордний за час війни обсяг зерна. URL: <https://agravery.com/uk/posts/show/u-veresni-ukrzaliznica-perevezla-rekordnij-za-cas-vijni-obsag-zerna> (дата звернення 18.11.2022).

**УДК 656.072**

## **ОСОБЛИВОСТІ ВИБІРКОВИХ ОБСТЕЖЕНЬ МІСЬКИХ ТРАНСПОРТНИХ ПЕРЕСУВАНЬ НАСЕЛЕННЯ**

### **THE FEATURES OF SAMPLE SURVEYS OF POPULATION TRIPS BY URBAN TRANSPORT**

*канд. техн. наук С.В. Свічинський*

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

*S. Svichynskyi, PhD (Transport Systems)*

*Kharkiv National Automobile and Highway University (Kharkiv)*

При проведенні обстеження транспортних пересувань у місті вибірка з населення досить часто формується шляхом випадкового відбору з генеральної сукупності. У разі проведення обстеження з метою отримання даних для транспортного моделювання до обстеження пред'являються найбільш жорсткі вимоги з точки зору репрезентативності вибірки. Обстеження пересувань забезпечують отримання дуже великого набору характеристик транспортних процесів і поїздок городян, необхідних для створення і калібрування моделі попиту в транспортній моделі міста. Показники, отримані в результаті обстеження і використовувані при формуванні моделі попиту, можуть істотно розрізнятися із статистичної точки зору. Це вимагає виділення серед них ключових з метою раціональної організації обстеження.

При плануванні обстеження кожного разу виникає питання про обсяг вибірки для отримання досить точних оцінок параметрів пересувань населення, що цікавлять дослідника. Обсяг вибірки безпосередньо визначає витрати на проведення обстеження, які в масштабах міста можуть бути досить великими і часто стають ключовим фактором при ухваленні рішення про можливість його проведення. Тому в сучасних умовах пошук способу скорочення обсягу вибірки при проведенні опитування мобільності є дійсно актуальним.

Безпосередньо використовувати вже наявні методи розрахунку обсягу вибірки для визначення вибіркового середнього не є можливим, оскільки завдання визначення обсягу вибірки при проведенні обстеження серед городян

є нетривіальним. Головною причиною цьому є «багатошаровість» транспортного попиту, обумовлена різними цілями і різними способами реалізації пересувань населення. Ці класифікаційні ознаки породжують відповідні види однорідних пересувань, що характеризуються власними просторово-часовими характеристиками, закономірностями, обсягом та іншими параметрами попиту. Так, наприклад, середня дальність пересування в напрямі «робота – інше» найчастіше виявляється мінімальною серед усіх напрямів поїздок у рамках окремого виду транспорту.

Вивчення параметрів подібних видів поїздок є свого роду окремим, самостійним завданням для кожної пари «джерело поїздки – мета поїздки» і для усіх видів транспорту – завданням визначення стратифікованого попиту. Рішення цього завдання вимагає знання попередньої інформації про характеристики поїздок, яка може бути отримана за результатами пілотних обстежень, проведення яких особливо у країнах, що розвиваються, є досить рідкісним явищем. В результаті найчастіше при обстеженні мобільності роблять простий випадковий відбір респондентів [1, 2], від яких отримують єдиний масив даних, що служить для оцінки параметрів поїздок усіх видів і калібрування моделей попиту на послуги кожного виду транспорту.

Способи використання цих даних можуть бути різними, що також робить неможливим використання стандартних методів математичної статистики для оцінки обсягу вибірки без їх істотного доопрацювання. Зокрема, отримана в ході обстеження інформація є початковою для оцінки параметрів функцій опору пересувань, які служать для розподілу поїздок між транспортними районами міста при формуванні матриць кореспонденцій. Функції опору для розрахунків використовують транспортні фактори – в основному це складність пересування, виражена у вигляді відстані або часу.

Виділення пар «джерело поїздки – мета поїздки» для пересувань різними видами транспорту нині робиться експертним шляхом відповідно до уявлень транспортних планувальників про цілі створення транспортних моделей і бажаний рівень деталізації транспортного попиту. Нестандартність і одночасно складність планування обстеження пересувань є наслідком випадкового відбору елементів у вибірку, різноманітності характеристик попиту і його багатошаровості разом з нерівномірним розподілом кількості пересувань по цих шарах. В результаті виникають два негативні наслідки:

- з одного боку, існує ймовірність того, що в отриманому масиві даних може не виявитися достатньої кількості спостережень для адекватного визначення фактичних закономірностей розподілу поїздок якогось з видів поїздок з низькою інтенсивністю;

- з іншого – масив може містити зайві спостереження по інших видах поїздок, які необов'язково було отримувати і витратити на це ресурси.

Нині у зв'язку з тим, що заздалегідь визначити кількісні оцінки усіх параметрів попиту і розрахувати необхідний обсяг вибірки за допомогою пробного обстеження часто не є можливим, в самому обстеженні зазвичай

використовується надмірний підхід до отримання інформації, з якої потім виділяються шари транспортного попиту за декількома ознаками. Тут слід розуміти, що для виділення таких шарів треба мати дуже вагомі аргументи адже для цього обов'язково вимагається, щоб пов'язані з новими шарами поїздки були значущими в загальному обсязі поїздок, тобто порівнянними по інтенсивності з основними шарами попиту, і їх кількість можна було б визначити на рівні транспортних районів міста.

[1] Sevarts, P. The Dutch Travel Survey (Presentation of the AVV Transport Research Centre, Finnish Transport Infrastructure Agency). 2007. URL: [https://kipdf.com/the-dutch-travel-survey-patrick-sevarts-avv-transport-research-centre-27-maart-2\\_5ab470a81723dd349c816890.html](https://kipdf.com/the-dutch-travel-survey-patrick-sevarts-avv-transport-research-centre-27-maart-2_5ab470a81723dd349c816890.html).

[2] Ahrens G.A., Schubert J. Travel Behaviour Survey and Modal Split Analysis – City of Pardubice (Central MeetBike project report). Dresden: Technische Universität Dresden, 2013. 63 p.

**УДК 656.2**

## **ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ КОНТЕЙНЕРІВ В УМОВАХ ВПРОВАДЖЕННЯ КОНТЕЙНЕРНИХ ПОЇЗДІВ**

### **TECHNOLOGY OF TRANSPORTATION OF CONTAINERS IN THE CONDITIONS OF CONTAINER TRAINS**

*магістри Сосулева Н., Михайлюк Г., Добровольська А.<sup>1</sup>*

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

*masters Sosulieva N., Mykhailiuk G., Dobrovolska A.<sup>1</sup>*

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

Істотні зміни, що відбулися в країні за останні роки зачепили всі галузі, економіки, в тому числі транспорту. Найбільш яскраво негативні зміни набрали порушення існуючих тривалий час взаємозв'язків між різними видами транспорту в організації змішаних перевезень. Формування ринку має сприяти динамічному розвитку контейнерних перевезень і підвищення якості обслуговування клієнтів. Однак сьогодні інтереси учасників ринку часом діаметрально розходяться, що негативно впливає на стан України на міжнародному ринку транспортних послуг і конкурентоспроможності вітчизняних товарів на світових товарних ринках. Сьогодні в світі проглядаються дві тенденції розвитку перевезень вантажів: конкуренція і інтеграція. Конкуренція в сфері контейнерних перевезень в Україні активно розвивається, а інтеграційні процеси на даний момент виражені слабо [1].

Проведений аналіз показав, що на сьогодні питання підвищення ефективності контейнерних перевезень в умовах формування ринку транспортних послуг залишаються вивченими недостатньо [2]. Формування логістичних ланцюгів, розвиток контейнерних компаній, формування збірних

контейнерних перевезень в Україні, інформаційне забезпечення перевезень безпосередньо пов'язані з розширенням взаємовигідного співробітництва зацікавлених сторін, що дозволяє зробити висновок про актуальність теми як з наукової, так і з практичної точки зору.

Тому було розроблено клієнтоорієнтовану методику розрахунку термінів доставки контейнерів в контейнерній компанії «точно в строк»; створено класифікацію вхідного матеріального потоку по рівню пропонованих клієнтами вантажних відправлень, механізм їх накопичення, розроблена методика комплексного календарного планування, що дозволяють ефективно управляти потоками контейнеропридатних вантажів і контейнерів; сформульовано ознаки консолідуєчої контейнерної компанії, включаючи моделі функціональної діяльності, формування мережі терміналів, створення інвестиційної стратегії, інформаційного забезпечення; створено формальну модель побудови логістичних ланцюгів в контейнерних перевезеннях, що дозволяє вирішувати завдання їх оптимізації та імітаційного моделювання в контейнерній компанії.

[1] Механізми ефективного використання та розвитку потенціалу транспортно-дорожнього комплексу України. К. Національний інститут стратегічних досліджень, 2014. 60 с.

[2] Шиш В.О, Тітов М.Ф., Крячко В.І. INTERGUAGE-технологія – шлях інтеграції залізниць країн СНД та Європейського. *Залізничний транспорт України*. 2006. № 4. С. 13.

**УДК 656.2**

## **КОНЦЕПЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ В ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧИХ СТРУКТУРАХ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ**

### **CONCEPT OF INFORMATION SECURITY IN THE MANAGEMENT AND COMMUNICATION STRUCTURES OF TRANSPORT AND LOGISTICS SYSTEMS**

*докт. техн. наук К.А. Трубчанінова*

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

*Doctor of Engineering Sciences K.A. Trubchaninova  
Ukrainian state university of railway transport (Kharkiv)*

В основі концепції лежить надширокосмугова технологія, яка полягає в передачі низько-енергетичних кодованих імпульсів в дуже широкій смузі частот без несучої частоти [1].

Завдання – забезпечення сталої та безпечної роботи мобільних транспортних об'єктів.

Мета – підвищення пропускної здатності та завадостійкості систем управління та зв'язку під дією природних та навмисних перешкод у транспортно-логістичних системах.

Обґрунтовано використання в якості кодового сигналу моноциклу Гауса з кодуванням інформації за допомогою часової позиційно-імпульсної модуляції (PPM - кодування).

Показано, що для організації незалежних каналів в одній смузі частот необхідно доцільно використовувати систему ортогональних кодів. Імпульси сигналу корисної інформації, що накопичуються в корелятори приймача, дозволяють істотно підвищити відношення сигнал/шум, забезпечуючи можливість передачі інформації в широкому діапазоні частот значно нижче рівня шуму [2].

За результатами кодування інформації ультракороткими імпульсними сигналами в бездротових системах передачі інформації транспортно-логістичних систем проведено кількісну та якісну оцінку ефективності запропонованого методу.

PPM – кодування в бездротових системах передачі інформації транспортно-логістичних систем дозволяє забезпечити великі обсяги і швидкості передачі інформації з високою завадостійкістю каналу зв'язку і захистом від перехоплення [3].

Запропоновано технічне рішення конструкції надширокосмугової приймально-передавальної антенної системи, що показано на рисунку 1.

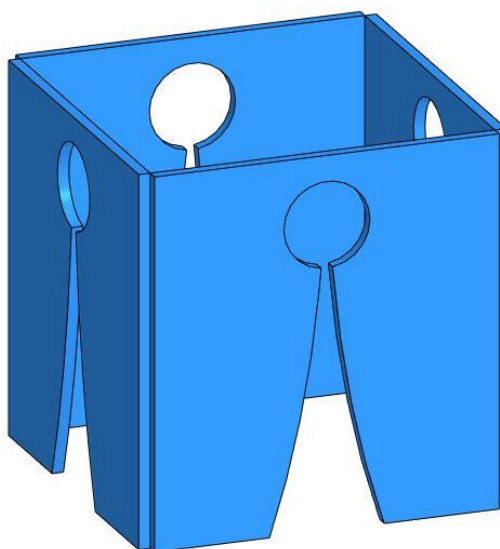


Рис 1. Уніфікований антенний блок

До складу антенної системи входять чотири надширокосмугові антени TSA, що розташовані ортогонально [4], створюючи уніфікований антенний блок, здатний до застосування у багатоелементних фазованих антенних решітках. Елементи антенного блоку розташовують щільно один до одного ортогональним способом, розкриви яких створюють квадрат. Таке розташування забезпечує приймання електромагнітного випромінювання довільної поляризації.

Можливість роботи з малою потужністю випромінювання та висока проникаюча здатність сигналів через різноманітні перешкоди дозволяють



виконувати вимоги електромагнітної сумісності та забезпечувати стабільний зв'язок у транспортно-логістичній системі в умовах багатопроменевого поширення радіохвиль [5].

- [1] Celimuge Wu. Spatial Intelligence Towards Trustworthy Vehicular IoT / Celimuge Wu, Zhi Liu, Di Zhang, Tsutomu Yoshinga, Yusheng Ji // IEEE Communication Magazine 56 (10): 22-27. October 2018. [On-line]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/328323117>.
- [2] Trubchaninova K. Development of Methods and Models to Improve the Noise Immunity of Wireless Communication Channels / K. Trubchaninova, V. Knyazev, V. Kharchenko, B. Lazurenko, A. Serkov, N. Panchenko // Східно-Європейський журнал передових технологій. – Харків: НВП «Технологічний центр», 2022. – № 1 (5-115). – С. 35-42.
- [3] United States Federal Communications Commission (FCC) Decision No. FCC 02-48 of 14/02/2002 [Electronic resource]. Access mode: [https://apps.fcc.gov/edocs\\_public/attachmatch/FCC-02-48A1.pdf](https://apps.fcc.gov/edocs_public/attachmatch/FCC-02-48A1.pdf).
- [4] Mareca Hatler. Network. Wireless sensor networks for IIoT / Hatler Mareca. [On-line]. Available: <https://www.smart-energy.com/magazine-article/wireless-sensor-network-tech-iiot/>
- [5] Серков О.А. Модель TSA / О.А. Серков, Г.І. Чурюмов, В.С. Бреславец, М.Ю. Толкачов // ТрудыXVIIIМНК «ПІМ-2017». – Х.: НТУ «ХП». - 2017. – С.76.

**УДК 656.2**

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕВЕЗЕННЯ НАЛИВНИХ ВАНТАЖІВ ЗАЛІЗНИЦЯМИ УКРАЇНИ**

### **IMPROVING THE TECHNOLOGY OF BULK TRUCK TRANSPORTATION BY RAILWAY TRANSPORT OF UKRAINE**

*магістри Фаєвська В., Шевчик І., Цуркан О.<sup>1</sup>*

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

*masters Faievskaya V., Shevchyk I., Tsurkan O.<sup>1</sup>*

*Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Комплекс проблем пов'язаних з залізничним перевезенням нафтоналивних вантажів включає в себе дослідження обсягів та номенклатури вантажів, що перевозяться, аналіз структури вагонопотоку по видам обробки на ППС, по приналежності (УЗ, орендовані, власні). А також дослідження основних напрямків прямування вантажопотоків, детальне вивчення наливу та зливу продуктів, аналіз причин та наслідків виникнення аварійних ситуацій [1].

Досягнення науково-технічного прогресу, перш за все в сферах інформаційних технологій, що збіглися за часом з корінними змінами в суспільно-політичному і економічному житті України, найістотнішим чином відбилися на діяльності залізничного транспорту. Створюються об'єктивні умови для реалізації принципово нових підходів до організації перевізного процесу.

Коло питань, які необхідно вирішити по зазначеному питанню визначається важливістю проблеми переходу на найбільш економічні та прогресивні технології, які відповідають вимогам ринку, значне підвищення

ефективності виробництва та приведення технічного потенціалу галузі у відповідність з потребами економіки в перевезеннях.

Реалізація названих напрямків досягається за рахунок вирішення комплексу задач, одними з найважливіших є: покращення кількісних показників параметрів перевезень, регулярність, швидкість, схоронність та ін [2].

Вирішення поставлених задач нерозривно пов'язано з вирішенням однієї з проблем по прискоренню обороту нафтоналивних цистерн.

В результаті дослідження роботи наливних станцій виявлено, що готові до вивезення на сортувальну станцію состави, з наливним вантажами простоюють в очікуванні подачі локомотивів від 1,5 до 4 годин. Причина – практично відсутній резерв електровозів та значна нерівномірність заявок на подачу локомотивів. Для прискорення вивезення складів поїздів запропоновано ряд заходів, які можна провести в цілому на мережі. По кожному депо і обслуговуваних їм наливних станціям, виходячи з місцевих умов запропоновано ряд додаткових заходів, спрямованих на зниження завантаження локомотивів. У роботі розглядаються заходи, проведення яких дозволить знизити простій готових до відправлення складів передаточних поїздів зі станції. Запропоновані заходи в основному направлені на використання тепловозів як менш завантажених локомотивів для вивезення передавальних поїздів. Пропонується також варіант закріплення за вузлом постійних локомотивів, збільшення резерву локомотивного парку та організації відправлення передаточних поїздів складом меншим норми.

[1] Гурнак В. Напрями підвищення рівня конкурентоспроможності транзитних перевезень. *Збірник наукових праць КУЕТТ. Серія „Економіка і управління”*. Вип.7. К.: КУЕТТ, 2005.

[2] Данько М.І., Котенко А.М., Мкртчян Д.І., Пелепейко О.М. Математичні моделі вантажної станції (обслуговування автотранспорту). *Зб. наук. праць*. Харків: ХарДАЗТ, 2001. № 47. С. 12 – 18.

**УДК 656.13.**

## **ОЦІНКА ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ СМУГИ РУХУ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ ПРИ РУСІ БЕЗ ОБГОНІВ**

### **ASSESSMENT OF ROAD LANE CAPACITY WHEN DRIVING WITHOUT OVERTAKING**

*аспірант Федоров В.*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

*postgraduate V. Fedorov*

*Kharkiv National Automobile and Highway University*

Пропускна здатність (ПЗ) смуги руху (СР) на автомобільних дорогах (АД) та міських дорогах є важливим показником, який характеризує функціонування

шляхів сполучення автомобільного транспорту (АТ). На підставі (ПЗ) визначається потрібна потужність проектних транспортних об'єктів, моделюються процеси функціонування транспортних мереж, прогноуються транспортні потоки (ТП) в мережі, оцінюється вартість поїздок, тощо.

Також значення ПЗСР є визначальною для оцінювання об'єму інвестицій в будівництво АД. Необхідно мати надійну оцінку ПЗ для використання при розрахунку параметрів АД, котра буде відображати усі суттєві особливості дорожнього руху (ДР), чого досягнутий на сьогоднішній день рівень знань у цій сфері поки що не забезпечує.

На часі значення які використовуються як у вітчизняній, так й іноземній літературі, в більшості влаштовують інженерів. Однак, їх порівняння з фактичною інтенсивністю руху на АД в різних місцях і багатьох країнах показує що інтенсивність ТП в багатьох випадках перевищує нормативну. Це свідчить про необхідність більш глибокого розгляду процесів руху ТП по ділянках різноманітних АД, які доцільно почати з самого простого об'єкту дослідження – одної смуги з рухом без обгонів.

Основними параметрами ТП, з точки зору його інтенсивності, є швидкість руху ТЗ в ньому і дистанція між ТЗ, які рухаються один за одним. У відповідності до правил дорожнього руху, кожний водій повинен дотримуватись безпечної дистанції до попереднього ТЗ. Ця дистанція обирається кожним водієм індивідуально. Тому щільний ТП в реальності може виникнути тільки тоді, коли кожний водій в потоці в будь-який момент часу, дотримується мінімально припустимої, з його точки зору, дистанції до попереднього ТЗ. Задля абстрактного створення щільного потоку на початку розглянутої ділянки, швидкість проїзду через відповідний перетин СР вважається повністю обумовленою водієм ТЗ, без всіляких обмежень. Під час руху по ділянці СР, бажана для водія ШР залишається незмінною, але фактична швидкість обумовлюється неможливістю обгону попередніх ТЗ.

При визначені ПЗ можливий пошук відповіді на два питання: яка кількість заявок обслуговується об'єктом за заданий проміжок часу або за який час буде обслужено задана кількість заявок? У сфері ОДР зазвичай використовується перший підхід, але виходячи з постановки задачі, в даному випадку доцільно використати другий підхід, вважаючи при цьому, що інтенсивність вхідного потоку є постійною величиною.

У відповідності до поставленої задачі були проведені математичні розрахунки, які припускали наявність двох вертикальних зрізів на ділянці: на її початку та в кінці. Після проїзду повз першій зріз з бажаною ШР і на мінімальної відстані до переднього ТЗ, водій продовжує рух по ділянці до другого зрізу з тією ж ШР, якщо його швидкість менша, швидкості попереднього ТЗ. В іншому випадку він знижує швидкість до ШР попереднього ТЗ і приймає відповідну, мінімально можливу для нього дистанцію.

Для ТЗ, більш повільних, ніж попередні ТЗ, які до кінця ділянки відстають від лідеру, дистанція до нього перестає бути мінімально можливою на початку ділянки і збільшується до самого кінця. Тобто, при наявності різних уподобань стосовно ШР серед водіїв, у загальному випадку, потік на ділянці вже не буде

щільним. Це означає, що тривалість проїзду всієї групи ТЗ повз другий зріз буде більшою ніж повз перший, а це означає, що виїзд з ділянки СР для заданих умов має меншу ПЗ ніж її в'їзд.

Кількість розривів між ТЗ в ТП буде визначатися уподобанням водіїв та порядком розташування ТЗ у потоці, а в процесі руху формуються пачки ТЗ з однаковою ШР в них. При цьому швидкість кожної наступної пачки нижче попередньої, а швидкість останньої є мінімальною. В крайніх випадках ці пачки протилежні за своїм складом. При спаді швидкостей, пачки мають мінімальну довжину, тобто загалом складають один ТЗ, з виключеннями у вигляді невеликих пачок. При зростанні швидкостей усі ТЗ рухаються в одній великій пачці за першим, самим повільним ТЗ. І в цьому випадку, так само, ПЗ другого зрізу буде меншою, ніж першого, за рахунок меншої ШР цього щільного потоку.

У всіх інших випадках, пачки будуть приймати якісь проміжні стани, але загальний час проїзду всієї групи залишиться не зміним у всіх випадках і є практично постійним для кожного набору ТЗ, не залежно від порядку їх слідування по ділянці.

Достатньо легко оцінити тривалість розривів, якщо розглянути випадок, коли першим в групі їде найшвидший, а другим – найповільніший ТЗ. В такому разі буде спостерігатися всього один розрив, з найбільшою тривалістю. Також чим більша довжина ділянки СР, тим менша буде його ПЗ при відсутності обгонів на ній.

Критерієм якості обслуговування водіїв на ділянці доцільно вважати можливість подолання всієї ділянки на бажаній ШР. До цього критерію, напевно можна додати і інші фактори, але головна мета водіїв – це мінімізація часу проходження, при дотриманні обмежень на безпеку та комфорт руху, із врахуванням діючих правил та характеристики ТЗ, дорожніх і погодних умов. Усі ці, досить різноманітні, цілі зважуються водієм при виборі ШР, тому вона є комплексним показником, який максимально повно відображає якість руху по ділянці для водіїв.

Якщо повернутися до різноманітних випадків упорядкування ТП, то у випадку спадання швидкостей всі водії групи обслуговуються на самому високому рівні, тому що вони долають всю ділянку на бажаній ШР. У випадку зростання швидкості, ситуація протилежна – тільки один водій із групи може вважати задовільними умови проїзду по ділянці СР без обгонів. Це водій першого ТЗ, який рухається з мінімальною ШР, а зважаючи на те, що такий ТЗ їде у складі ТП по СР без обгонів, ця ситуація визначає найгірший рівень якості обслуговування для всіх інших водіїв, вимушених рухатися зі швидкістю, меншою ніж вони б обрали у вільних умовах руху.

Тобто, при одній і тій ПЗ, ділянка СР забезпечує абсолютно різні умови руху, котрі визначаються виключно властивостями ТП. І така ситуація залишається актуальною, навіть якщо зняти обмеження по обгонам – вона лише пом'якшиться та перестане бути настільки екстремальною.

Тому при оцінюванні ПЗ необхідно використовувати показники, які максимально відображають умови руху на ділянці, з точки зору водіїв ТЗ. Так

як процеси які відбуваються на автодорогах при русі ТЗ, апіорі носять випадковий характер, описувати умови руху необхідно прийнятими в теорії ймовірності індикаторами, спираючись на такі показники, як час поїздки та швидкість руху по ділянці.

Практична неможливість створити на вході на ділянку СР щільного потоку ТЗ, які рухаються з різними ШР, які відповідають вподобанням водіїв, приводить до доцільності продовження аналізу умов руху на СР без обгонів, з найпростішим ТП на вході, для отримання більш загальних оцінок ПЗ та створення основи для проведення розширених досліджень ПЗ АД, в тому числі й багато смугових.

1. Споруди транспорту. Вулиці та дороги населених пунктів: ДБН В.2.-3-5-2001. – [Чинний від 2001-10-01]. – К.: Держбуд України, 2001. – 51 с. – (Державні будівельні норми України).
2. Highway Capacity Manual. TRB, National Research Council, Washington, D. C., 2000. – 1207 P.
3. NSW Roads and Traffic Authority “Traffic Volume Data for Sydney Region 1999: Volume 1”, RTA Traffic and Transport Directorate, Sydney 2000. – 639 p.
4. Наглюк И.С., Макаричев А.В., Горбачёв П.Ф., Горбачёва Е.А. Определение пропускной способности полосы движения на автомобильных дорогах и городских улицах. *Автомобильный транспорт*. 2018, № 42. С. 89–97.

## УДК 656.2

### ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ В УМОВАХ ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТІ

### STUDY OF MODERN APPROACHES TO THE IMPROVEMENT OF THE ORGANIZATION OF RAILWAY TRANSPORT IN THE CONDITIONS OF INTEROPERABILITY

*канд. техн. наук Є.В. Ходаківська<sup>1</sup>, Т.К. Якушева<sup>1</sup>, К.Ю. Логінов<sup>1</sup>*  
*<sup>1</sup>Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*E. V. Khodakivska PhD (Tech.)<sup>1</sup>, T. K. Yakusheva<sup>1</sup>, K. Yu. Loginov<sup>1</sup>*  
*<sup>1</sup>Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Зараз залізничний транспорт, залишаючись закритою системою і використовуючи дорогі «нішеві технології», навряд чи зможе конкурувати на ринку транспортних послуг. Інтероперабельність повинна підвищуватися за рахунок нових форм автоматизації, заснованих на штучному інтелекті, внаслідок чого всі види транспорту об'єднані в єдину розподілену транспортну систему, що вимагає глибокої їх інтеграції та спільного функціонування. І в цьому випадку так звані «закриті системи» вже не зможуть повноцінно використовувати свої принципи побудови та обслуговування. Але якщо їх не можна змінити, то слід замінити [1].

Головною операцією, що виконується в процесі перевезень вантажів, є транспортування, від вартості якого безпосередньо залежить економічна

ефективність даного виду діяльності. Таким чином, зниження транспортних витрат дозволить зменшити вартість перевезень різного роду вантажів, що в свою чергу приведе до значної економії коштів, актуальної в умовах поточної кризи. Що важливо для малих підприємств, які працюють в більш агресивній конкурентній середі [2, 3].

З метою заохочення нових учасників вантажних перевезень серед малих підприємств, необхідним є вивчення їхніх сучасних потреб в транспортних послугах. Ці потреби підлягають аналізу заснованого на принципах інтероперабельності з моменту виникнення необхідності в перевезенні і до моменту прибуття вантажу до вантажоодержувача.

На нашу думку, для удосконалення організації перевезень залізничним транспортом в умовах інтероперабельності, доцільним є використання імітаційного моделювання на базі інструменту AnyLogic PLE.

Використання імітаційних моделей для побудови концептуальних моделей логістичних систем в умовах інтероперабельності, орієнтовані на вивчення матеріальних потоків у логістичних мережах. Збір вихідних даних може проводитись за допомогою різних методів та інструментів, які залежать від цілей та завдань дослідження. Дані, які потрібні для аналізу це: статистичні звіти про виробництво, споживання, імпорт та експорт окремих груп товарів. Моделі варіантів завантаження, розвантаження та транспорту для конкретної товарної групи є основою розрахунку наступних етапів обробки отриманих даних. Додаткові дані - дослідження попиту на вантажні перевезення, проведеного між великими виробничими об'єктами та перевізниками, зареєстрованими на території. Для перерозподілу агрегованих товарних груп за окремими зонами використовуються дані, що характеризують їх щодо цілей поїздок, чисельності населення, зайнятості в галузях та інших параметрах. Оскільки відправлення вантажів може бути як в внутрішнє, так і за межі України, то таку інформацію також необхідно долучити. Такі вихідні дані, як застосовувані технології, режим праці та відпочинку, споживачі, виробничі потужності та параметри функціонування контрольно-пропускних пунктів, які не вимагають статистичної обробки та задаються безпосередньо в імітаційну модель.

На виході імітаційна модель дозволяє отримати такі показники, як: ступінь завантаженості ресурсів (кранів, навантажувачів тощо); кількість ресурсів, які задіяні у виконанні операцій; час, що витрачається на виконання операцій; час, що витрачається на простої у чергах; довжину черг; вузькі місця системи [4, 5].

Особливість запропонованого методу моделювання, полягає в тому, що якщо модель не демонструє варіант транспортного потоку за участю залізничного транспорту, то з урахуванням додаткових параметрів можливим є моделювання альтернативних сценаріїв розвитку на основі запланованих заходів, що впливають із стратегій розвитку регіону з перерозподілом вантажних перевезень між видами транспорту. Далі, так само проводиться аналіз вузьких місць у мережі мультимодальних перевезень та їх усунення. Методи та процедури, які необхідні для розробки транспортної моделі, ґрунтуються на умовах інтероперабельності як внутрішньої транспортної

мережі так і міжнародної, і реалізуються у вигляді інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень.

[1] Гаєвський, В. В. Про інтермодальність, інтероперабельність, інтелектуальний моніторинг інфраструктури та рухомого складу, базову автоматизацію і «Цифровий стрибок» [Електронний ресурс] / В. В. Гаєвський // Українська залізниця. - № 07 (73). - 2019. - Режим доступу: [http://rwa.ua/wp-content/uploads/2019/07/Стаття\\_Гаєвський\\_2.pdf](http://rwa.ua/wp-content/uploads/2019/07/Стаття_Гаєвський_2.pdf). - (Дата звернення: 16. 11. 2022).

[2] Красоха, А. Кабмін адаптував техрегламенти для залізничного транспорту до норм ЄС [Електронний ресурс] / А. Красоха. - 2022. - Режим доступу: <https://mintrans.news/zhd/kabmin-adaptuvav-tehreglamenti-dlya-zaliznichnogo-transportu-do-norm-es>. - (Дата звернення: 16. 11. 2022).

[3] Молчанов, Д. Як побудувати ефективну систему інтероперабельності на прикладі країн ЄС [Електронний ресурс] / Д. Молчанов. - 2007. - Режим доступу: <https://tapas.org.ua/all-uk/blogs-uk/danylo-molchanov-ia-k-pobuduvaty-efektivnu-systemu-interoperabelnosti-na-prykladi-krain-ies/>. - (Дата звернення: 16. 11. 2022).

[4] RuttOpt — A Decision Support System for Routing of Logging Trucks [Електронний ресурс] / G. Andersson, P. Flisberg, B. Liden and M. Ryonqvist // Scandinavian Working Papers in Economics, NHH Discussion Paper. - Vol. 16. - 2007. - Режим доступу: <https://openaccess.nhh.no/nhh-xmlui/bitstream/handle/11250/163903/1607.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. - (Дата звернення: 16. 11. 2022).

[5] Digital interoperability and transformation in logistics and supply chain management: Editorial [Електронний ресурс] / Shenle Pan, Damien Trentesaux, Duncan McFarlane, Benoit Montreuil, Eric Ballot, George Q. Huang // Computers in Industry. - Volume 129. - 2021. - Режим доступу: <https://doi.org/10.1016/j.compind.2021.103462>. - (Дата звернення: 16. 11. 2022).

**УДК 338.47:629.463(477)**

**ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДВИЩЕННЯ  
ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВАГОНІВ ВЛАСНОСТІ АТ  
"УКРЗАЛІЗНИЦЯ" ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ЕЛЕКТРОННОЇ СИСТЕМИ  
PROZORRO.ПРОДАЖІ**

**PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY FOR  
INCREASING THE EFFICIENCY OF THE USE OF WAGONS OWNED BY  
JSC "UKRZALIZNYTSYA" USING THE PROZORRO.SALES  
ELECTRONIC SYSTEM**

*Канд. техн. наук В.І. Шевченко, Б.В. Мацієвський, А.В. Шевченко  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*PhD (Tech.) V.I. Shevchenko, B.V. Matsievskiy, A.V. Shevchenko  
Ukrainian state university of railway transport (Kharkiv)*

Застосування новітніх методів ведення бізнесу є характерною рисою сучасності для ПАТ «Укрзалізниця». З метою підвищення ефективності роботи галузі, а саме для підвищення доходів від використання вагонного парку, філія «Центр транспортної логістики АТ «Укрзалізниця» запроваджує передові технологічно-економічні заходи які дозволяють значно підвищити рівень прибутковості процесу перевезення вантажів, вийти на безпрецедентно новий рівень ведення господарської діяльності, унеможливити ризики корупційної складової при розподілі вагонного парку, забезпечити побудову в Україні прозорої та ефективної системи реалізації об'єктів державної власності [1].

19 січня 2018 року у рамках пілотного проекту на підставі постанови Кабінету Міністрів України від 22 листопада 2017 р. № 1054 “Про затвердження Порядку розпорядження майном публічного акціонерного товариства “Українська залізниця” [2] почато процедуру продажу послуг з використання вагонів власності АТ "Укрзалізниця" (1 вагон на 1 добу) із застосуванням електронної системи «ProZorro.Продажі» за принципами «англійського аукціону».

За результатами проведених аукціонів першого етапу, добова ціна оренди одного напіввагона перевищила 1300 грн. Таким чином, ринкова вартість зросла на 60% від початкової ціни лота [3].

В результаті першої спроби торгів у рамках пілотного проекту з продажу вагонів через електронний аукціон, який тривав чотири місяці компанія провела 1201 аукціон у системі «ProZorro.Продажі», з яких такими що відбулись визнано 803 аукціони, в результаті чого укладені договори на аренду 9455 вагонів. За даних Центра транспортної логістики УЗ «Загальний дохід від продажу послуг з використання рухомого складу через систему «ProZorro.Продажі» склав 35,4 млн. грн. Частка у доходах від хопер-зерновозів склала 86%, решта 14% – від напіввагонів. З моменту запуску проекту опрацьовано 250 аукціонів та навантажено 3664 хопер-зерновози, 179 аукціони відбулись та знаходяться в очікуванні на навантаження 2163 вагони. Різниця між «розрахунковою» платою за користування вагонами та «за аукціонами» від хопер-зерновозів склала 30,7 млн. грн. Середньозважена ставка 1985 грн. на один вагон зерновоз, що вище базової ставки на 88%. Щодо продажу послуг з використання напіввагонів опрацьовано 222 аукціони та навантажено 3044 вагони, 142 аукціони відбулись та знаходяться в очікуванні на навантаження 1 546 вагонів. Різниця між «розрахунковою» платою за користування вагонами та «за аукціонами» від напіввагонів склала 4,8 млн. грн. Середньозважена ставка 1047 грн. на один напіввагон, що вище базової ставки на 28% [3].

За результатами аналізу втілення пілотного проекту визначено, що проект успішний, та продовжено продаж послуг з використання рухомого складу через систему «ProZorro.Продажі». Аукціони на напіввагони, криті вагони, хопер-цементовози та цистерни для темного наливу наразі проводяться на постійній основі. У лютому 2021 р. Центр транспортної логістики УЗ почав реалізацію проекту з отримання послуги перевезення вантажів з узгодженими строками та обсягами у власних напіввагонах Перевізника із застосуванням «ProZorro.Продажі» за принципом «голландського аукціону» на один або три роки. З першим аукціоном почались зміни в системі замовлення рухомого складу. Постійно удосконалюється нормативно-правова база надання послуг [4]. Йде постійна робота по удосконаленню технологічного процесу, пошуку нових можливостей і заохочень.

Необхідність змін в системі замовлення та планування вантажних перевезень диктує необхідність цифрової трансформації основних процесів взаємодії залізниць зі своїми клієнтами. На сьогодні лише удосконалення програмного забезпечення автоматизованої системи (АС)



«Месплан» не відповідає сучасним вимогам, і відповідно прийняті програми так званої цифрової трансформації основних бізнес-процесів, які насамперед націлені на підвищення рівня автоматизованого обслуговування клієнтів.

Функціонально АС «Месплан», для клієнтів забезпечує планування перевезення вантажів у внутрішньому та міжнародному сполученнях, що на сучасному етапі недостатньо. Проблема АС «Месплан» складається в тому, що при розробці системи враховувались старі нормативні документи, за старою технологією, яка сьогодні не влаштовує ринок. Для виправлення ситуації Укрзалізниця планує замінити АС «Месплан» на систему з обробки замовлень, яка можливо наполягатиме на погодженні з іншими учасниками комбінованих перевезень (портів, власників вагонів, елеваторів або локомотивів), особливим напрямком якої стане можливість замовляти не тільки вагони для перевезення, а й інші послуги (локомотиви, локомотивні бригади та інші). Тобто планується перехід від системи «Планування» до системи «Замовлень», з автоматизацією усього «процесу організації перевезення – від заявки до... до можливого виставлення претензії» [5].

[1] “Укрзалізниця” здаватиме вагони в оренду через Prozorro.Продажі. : веб-сайт. URL: <https://prozorro.sale/news/ukrzaliznicya-zdavatiime-vagoni-v-orendu-cherez-prozorroprodazhi> (дата звернення: 14.10.2022).

[2] Про затвердження Порядку розпорядження майном публічного акціонерного товариства “Українська залізниця” : Постанови Кабінету Міністрів України від 22.11.2017 р. № 1054. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1054-2017-%D0%BF#Text> (дата звернення: 14.10.2022).

[3] Оренда вагонів УЗ: як проходить в Україні? Як орендуються вантажні вагони через систему Prozorro.Sale. Особливості оренди вантажних вагонів через електронний аукціон. : веб-сайт. URL: <https://sale.uub.com.ua/news/arenda-vagonov-v-prozorro> (дата звернення: 14.10.2022).

[4] Договір про надання послуг з організації перевезення вантажів залізничним транспортом. : веб-сайт. URL: [https://uz-cargo.com/docs/ContractsOfCarriage/20221005\\_Dohovir\\_pro\\_nadannya\\_posluh\\_redaktsiya\\_diye\\_z\\_07\\_10\\_2022/2022\\_1005\\_Dohovir\\_pro\\_nadannya\\_posluh\\_redaktsiya\\_diye\\_z\\_07\\_10\\_2022.pdf](https://uz-cargo.com/docs/ContractsOfCarriage/20221005_Dohovir_pro_nadannya_posluh_redaktsiya_diye_z_07_10_2022/2022_1005_Dohovir_pro_nadannya_posluh_redaktsiya_diye_z_07_10_2022.pdf) (дата звернення: 14.10.2022).

[5] Що замінить автоматизовану систему АС “Месплан”? : веб-сайт. URL: <https://railexpoua.com/> (дата звернення: 14.10.2022).

**УДК 656.212.5(477)**

## **АНАЛІЗ ПРОСТОЮ ВАГОНІВ З МІЖНАРОДНИМИ ВАНТАЖАМИ У ПРИПОРТОВИХ ЗАЛІЗНИЧНИХ ВУЗЛАХ**

### **ANALYSIS OF THE DOWNTIME OF CARS WITH INTERNATIONAL CARGO AT PORT RAILWAY JUNCTIONS**

*канд. техн. наук Г.І. Шелехань, магістрант Д.В. Моргун  
Український державний університет залізничного транспорту, (м. Харків)*

*H.I. Shelekhan, PhD (Tech), D.V. Morgun, undergraduate  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Downtime of cars at technical stations in port railway junctions occurs due to violations of work technology, delays in processing, slowing down of disassembly and formation of trains, etc. When this element increases, the need for track development increases, trains are delayed on approaches to freight stations. The value of the average downtime of local cars depends not only on the efficiency of the station, but also on the part of the cars that are processed in the total number. With the increase of this part, the average idle time increases, since the idle time of the car with processing is much more than the idle time of the transit car. An increase in the volume of wagons received for processing is sometimes caused by a violation of the train formation plan due to significant fluctuations in the volume of car flows on the routes.

In connection with the fluctuations of car flows by periods of the year, months and days, there are fluctuations in the number of wagons that arrive in transfer trains at the cargo points of enterprises, and there is a significant idleness of cars in anticipation of technological operations. The magnitude of these downtimes depends on the volume of processing, the processing capacity of freight fronts, the number of shunting locomotives and the time of operations.

In addition, there may be downtime that doesn't depend on the technology of work and technical equipment of railway facilities: waiting and staying of cars under customs operations, waiting for redirection of cars and reasons related to the reform of the freight transportation industry, such as the ban on loading Ukrainian railway cars abroad and renegotiation of contracts with rolling stock owners. Based on this, it is necessary to improve the technology of work in terms of the organization and transportation of wagons, the clear interaction of the railway with adjacent structures and modes of transport, to cooperate more effectively with senders and receivers, to coordinate the interaction of services involved in the planning, organization and maintenance of local car flows.

For the possibility of developing measures to reduce the idle time of cars, an element-by-element analysis of the time spent at the station of a transit car with processing was performed. On the basis of statistical data, a diagram of the influence of individual elements on the total downtime of the cars with conversion was obtained, which is shown in Fig. 1.

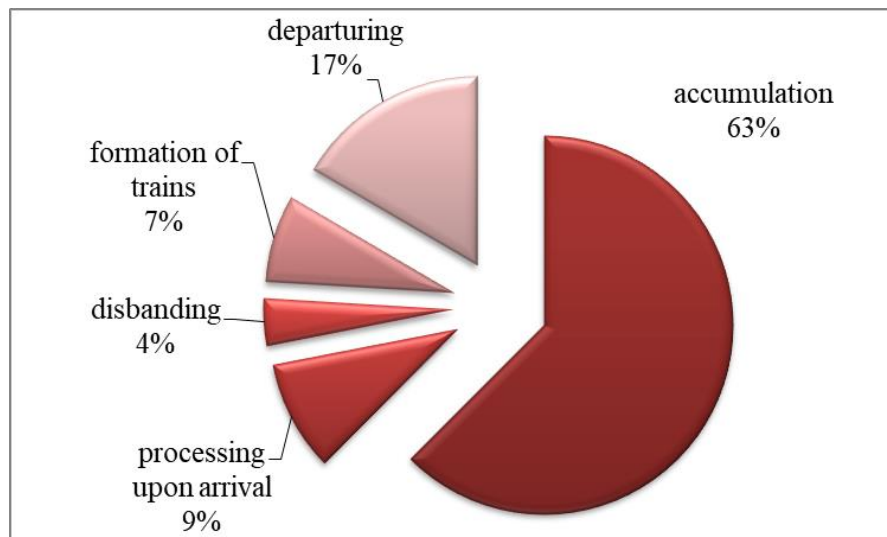


Figure 1 – Distribution of the amount of downtime of the cars at the marshalling yard in the port railway junction

The constructed diagram shows that the following elements have the greatest impact on the transit car with processing: traffic in the forming subsystem and traffic in the sorting park under accumulation.

Thus, a reduction in the idle time of wagons at the technical station can be achieved due to [1]:

- improvement of the organization of train traffic;
- increasing transit capacity and reducing the labor-intensiveness of train traffic processing;
- reduction of train processing time, first of all, in arrival and departure parks, by improving track development and the work technology on the marshalling yard and freight stations,
- increasing the accuracy of information about the approach of trains and cargo, improving its use;
- timely provision of train and shunting locomotives and removal of trains;
- increasing the efficiency of the use of sorting devices, reducing technological breaks between operations;
- improvement of sorting and shunting work of hub reference stations when forming transfer trains with wagons with international cargo.

[1] Shelekhan G. Improvement of the interaction technology between base cargo sorting stations and port cargo stations and seaports: Dissertation for the degree of Cand. of Techn. Sc. (Doctor of Philosophy) in specialty 05.22.01 – “Transport Systems”. Ukr. State Un-ty of Rail. Tr-t. Kharkiv, 2019.

**УДК 622.6:656.025.6**

## **ПЕРСПЕКТИВИ ОРГАНІЗАЦІЇ КОНТЕЙНЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЧЕРЕЗ ЗАХІДНИЙ КОРДОН УКРАЇНИ**

## PROSPECTS ORGANIZATION OF CONTAINER TRANSPORTATION THROUGH THE WESTERN BORDER OF UKRAINE

*Г.С. Пащенко<sup>1</sup>, А.В. Жданова<sup>1</sup>, Яремчук Р.С.  
<sup>1</sup>канд. техн. наук Ю.В. Шульдінер<sup>1</sup>*

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

*G.S. Pashchenko<sup>1</sup>, A.V. Gdanova<sup>1</sup>, R.S. Yaremchuk<sup>1</sup>  
J.V. Shuldiner<sup>1</sup>, PhD (Tech.)*

*<sup>1</sup>Ukrainian state university of railway transport (Kharkiv)*

Масштабні бойові дії, що почалися 24 лютого 2022 року, внесли зміни в усі сфери людської діяльності нашої держави. Передусім вони торкнулися військової складової – саме ній приділяється найбільша увага як найважливішому чиннику опору. Але без цивільних складових країна не зможе вистояти, тому вони також потребують реформатування.

Однією із них є міжнародні вантажні перевезення. До війни вони проходили здебільше через морські порти. Але ці важливі ворота були заблоковані, тому виникла необхідність якнайшвидше знаходити альтернативні шляхи. Такими є транспортні переходи через сухопутний кордон України, при цьому вони мають деякі проблеми. Проблемними місцями є залізничні прикордонні станції через різну ширину колії, у той час як залізниця є найзручнішим транспортом для масових вантажних перевезень.

Станом на жовтень 2022 року, згідно з даними Державної прикордонної служби України, діють 17 залізничних пунктів пропуску: 6 на кордоні з Молдовою, 1 на кордоні з Румунією, по 2 на кордонах з Угорщиною та Словаччиною і 6 на кордоні з Польщею [1]. Беручи до уваги, що найкоротший шлях до європейських вантажоотримувачів пролягає через Угорщину, Словаччину та Польщу, то доцільно розглядати прикордонні переходи на межах з цими країнами.

Вузлова станція Чоп займає вигідне транспортне положення – від неї є залізниця як в Угорщину, так і в Словаччину. У Словаччині широка колія продовжується через станцію Чорна над Тисою до контейнерного терміналу у с. Добра, його пропускна спроможність складає 700 контейнерів за добу. Також можливе зберігання до 1630 контейнерів. В Угорщині на станції Епер'єшке на Загонському перевантажувальному комплексі можливо оброблювати 500 TEU (двадцятифутових контейнерів) та зберігати 1300 TEU. Також є 3 контейнерних термінала безпосередньо у Чопі [2]. Пропускний пункт Павлове – Матьовце обслуговує одну з двох довгих ліній колії 1520 мм в Євросоюз Ужгород – Ганиська, околиці Кошиць. На станції Ганиська працюють два контейнерних термінали, один з яких має змогу обробляти вантажі з вагонів різної колії.

На польському кордоні основними пунктами пропуску на залізницях є Мостиська – Перемишль, Володимир-Волинський – Грубешув та Ягодин – Дорогуськ. На українському боці є контейнерний термінал у Мостисьці, здатний оброблювати 160 TEU за добу. Протилежно ньому в околицях

Перемишля розташовані термінали Журавиця та Медика, обидва мають можливість оброблювати вантажні вагони різної колії. З Володимира-Волинського проходить Металургійна ширококолійна залізнична лінія до міста Славкув, у якому працює «Євротермінал Славкув» [2]. У червні 2022 року польська інтермодальна група Laude ввела в експлуатацію новий контейнерний термінал, який переробляє значну частину вантажів на Металургійній лінії та перевантажує на європейську колію та автотранспорт. Він має змогу приймати до 10 поїздів на добу, а за рік підприємство зможе оброблювати 15 000 TEU. За словами голови правління Laude Smart Intermodal Марчіна Вітчака, компанія може перевозити до 4000 тон в одному поїзді, тому можливо виконати мету експорту зерна залізницею України [3].

Вищеозначені місця мають перспективи зі збільшення вантажопотоків, що проходять крізь них. Через Чоп проходить V Пан'європейський транспортний коридор, яким можна дістатися Хорватії, Італії та портів Адріатичного моря. До того ж в околицях Чопа уже існують найбільші в Україні термінали, тому можна обмежитися лише модернізацією для збільшення їх пропускної спроможності.

[1] ІНТЕРАКТИВНА МАПА ПУНКТИВ ПРОПУСКУ/КІПВВ, які функціонують відповідно до розпорядження КМУ від 13.03.2020 №288-р (зі змінами) [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <https://dpsu.gov.ua/ua/map> (дата звернення 25.10.2022) – Назва з екрана.

[2] Контейнерная терминалогия: Где переваливаются грузы на пути из Украины в Европу [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: [https://cfts.org.ua/articles/konteynernaya\\_terminalogiya\\_gde\\_perevalivayutsya\\_gruzy\\_na\\_puti\\_iz\\_ukrainy\\_v\\_evropu\\_1176](https://cfts.org.ua/articles/konteynernaya_terminalogiya_gde_perevalivayutsya_gruzy_na_puti_iz_ukrainy_v_evropu_1176) (дата звернення 25.10.2022) – Назва з екрана.

[3] В Польщі відкрили найбільший контейнерний термінал на 1520 мм, що йде з України [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <https://railexproua.com/novyny/v-polshchi-vidkryly-naibilshyi-konteynernyi-terminal-na-1520-mm-shcho-ide-z-ukrainy/> (дата звернення 25.10.2022) – Назва з екрана.

[4] Тріснути шпали, заржавілі рейки. Це наше «вікно в Європу»? [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <http://www.golos.com.ua/article/308626> (дата звернення 25.10.2022) – Назва з екрана.

**УДК 629.013**

## **ІНТЕГРАЦІЯ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗАЛІЗНИЦЬ УКРАЇНИ ДО ЄВРОПЕЙСЬКОЇ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ**

### **INTEGRATION OF THE RAILWAY INFRASTRUCTURE OF UKRAINE INTO THE EUROPEAN TRANSPORT SYSTEM**

*Доктор техн. наук, професор С. В. Мямлін*

*Філіал «Центр діагностики залізничної інфраструктури» АТ «Укрзалізниця»*

*Dr.Tech.Sc., Prof. S.V. Myamlin. ORCID: 0000-0002-7383-9304*

*Branch "Center for diagnostics of railway infrastructure" JSC "Ukrainian Railways"*

Розвиток економічних відносин України і Європейського Союзу постійно набирає обертів. І цей розвиток супроводжується значним збільшенням товаро- та пасажиропотоку. Безумовно, частина вантажів та пасажирів транспортується автомобільним транспортом, але основні перевезення здійснюються за допомогою залізничного транспорту. Особливого значення набувають залізничні перевезення в період обмеженої дії морських та річних портів через російську агресію. Це, з одного боку, вносить суттєві корективи у логістику перевезення вантажів, а, з іншого боку, дозволяє розвивати «сухі порти», тобто термінали для перевантаження вантажів та прикордонні переходи між Україною та сусідніми Європейськими державами. Тому, наприклад, досліджень, що пов'язаний з удосконаленням технологій та технічних засобів, які сприяють органічному об'єднанню інфраструктури залізниць України з Європейською транспортною системою, є вельми актуальним напрямком науково-технічних досліджень.

Як відомо, основна інфраструктура залізниць України включає в себе залізниці з шириною колії 1520 мм та 1435 мм, при цьому існує ще так звана суміщена колія, де одночасно експлуатується рухомий склад залізниць за двома стандартами колії. Все це обумовлює необхідність створення передумов для технологічного та технічного переоснащення залізничної інфраструктури нашої держави з урахуванням вимог технічних специфікацій інтеоперабельності та європейських стандартів. Розвиток інфраструктури відбувається за всіма можливими напрямками, основними з яких є: будівництво нових ділянок колії та реконструкція існуючих ділянок колії. При чому це стосується всіх стандартів ширини колії. Але розвиток інфраструктури передбачає, як відомо, не тільки облаштування колії, це й будівництво та реконструкція залізничних переїздів, розвиток станцій, удосконалення технічних засобів пунктів перестановки вагонів з колії одної ширини на колію іншої ширини, облаштування терміналів перевантаження вантажів на рухомому складі між коліями різних стандартів, електрифікація ділянок колії та облаштування засобами СЦБ та зв'язку, тощо. Розвиток інфраструктури потребує також й удосконалення систем технічного обслуговування та ремонту всіх складових інфраструктурних компонентів, а також удосконалення технічних засобів діагностики інфраструктури. До звичайних мобільних засобів діагностики у вигляді вагонів-дефектоскопів та колієвимірювальних вагонів слід долучити мобільні засоби діагностики елементів інфраструктури на базі локомотивів. Дані мобільні засоби діагностики можуть бути виконані на базі шасі вантажних автомобілів або автобусів чи позашляховиків. При чому універсальність даних діагностичних систем має передбачати можливість їх застосування як на лініях з шириною колії 1520 мм, так і на лініях з шириною колії 1435 мм.

Інтеграція мережі залізниць України до Європейської транспортної системи передбачає також гармонізацію нормативної бази як на національному рівні, так і на рівні залізничної галузі. І це стосується не тільки вимог до технічних засобів та систем, а й до систем якості, екології та інших складових діяльності залізничного транспорту. Наприклад, частина європейських

стандартів, що стосуються залізничної інфраструктури вже набула статусу національних стандартів України, а решта поступово продовжує поповнювати державну нормативну базу. Це, безумовно, значно наближує всі складові вітчизняної транспортної інфраструктури до європейського рівня на всіх основних етапах життєвого циклу: від проектування до будівництва і технічного утримання та ремонту.

Таким чином, можна констатувати, що відбувається поступова реалізація стратегічного напрямку розвитку інфраструктури залізниць України до Європейської транспортної системи, що обумовлює інтеграцію залізничного транспорту за всіма технічними і технологічними підсистемами. Це дасть можливість досягти значного позитивного синергетичного ефекту як на рівні транспортного комплексу, так і на рівні національної економіки.

**Секція  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНЕ ПРОЕКТУВАННЯ  
ТА СЕРВІС НА ТРАНСПОРТІ**

**УДК 656.225**

**АНАЛІЗ СИСТЕМ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ КОМПАНІЯМИ-  
ПЕРЕВІЗНИКАМИ ПОЛЬСЬКОЇ ЗАЛІЗНИЦІ**

**ANALYSIS OF CARGO DELIVERY SYSTEMS BY CARRIER COMPANIES  
OF POLISH RAILWAYS**

*докт. техн. наук О.М. Огар<sup>1</sup>, Dr. hab. Inz. F. Tomaszewski<sup>2</sup>,  
аспірант М.Д. Ломотко<sup>1</sup>*

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

<sup>2</sup>*Poznan University of Technology (Poland)*

*D. Sc. (Tech.) O.M. Ohar<sup>1</sup>, Dr. hab. Inz. F. Tomaszewski<sup>2</sup>,  
graduate student M.D. Lomotko<sup>1</sup>*

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

<sup>2</sup>*Poznan University of Technology (Poland)*

Сучасна Польська залізниця почала своє існування 1 січня 2001 року та має назву «Акціонерне товариство Польських державних залізниць» (Польською Polskie Koleje Państwowe Spółka Akcyjna, PKP SA). Польський ринок залізничних перевезень на сьогоднішній день є одним із найлібералізованіших у Європі, де понад 70 суб'єктів мають право здійснювати вантажоперевезення. Серед них є другий за величиною вантажний перевізник в Європі – РКР Cargo, який є державно-приватною компанією, де частина акцій належить державі, а інша частина приватним особам [3]. Формування сучасної Польської залізниці відбувалося під впливом директив Європейського союзу 2001/12/WE та 2001/13/WE, які призвели до ліквідації монополії національної Польської залізниці, що і створило залізничний ринок вантажоперевезень та компаній-перевізників на території Польщі [1]. На даний момент Українська залізниця за напрямком реформ рухається за сценарієм Польської залізниці. Українська залізниця 21 жовтня 2015 року створила Акціонерне товариство «Укрзалізниця» з 100% контролем акцій державою.

Польська залізниця в свій час провела важливі реформи, на які Акціонерне товариство «Укрзалізниця» може звернути увагу [1,2], а саме:

– реформування структури управління Польської залізниці, що призвело до створення груп (ринку вантажних перевезень, ринку пасажирських перевезень, структури управління інфраструктурою), в яких материнські компанії (наприклад, компанія РКР Cargo для ринку вантажних перевезень) володіють акціями дочірніх компаній (рисунок 1). Дочірні компанії мають



статус «товариства з обмеженою відповідальністю» та майже всі є приватними операторами або компаніями-перевізниками;

– реформування в області взаємодії між материнськими та дочірніми компаніями призвели до появи єдиної системи видачі ліцензій на транспортну діяльність. Ліцензія зобов'язує компанії-перевізники виконувати необхідні вимоги, до яких відносяться наявність бездоганної репутації, стабільне фінансове становище та відповідна кваліфікація службовців. Це забезпечує права клієнтів та третіх осіб, а також високий рівень безпеки;

– впровадження директив 91/440/EEG, 95/18/EE, 2001/12/EE, 2001/13/EE, 2004/49/EE, 2004/50/EE та інших. Ці директиви дозволи Польській залізниці скоротити заборгованість національної залізничної компанії, відокремити транспортну діяльність від управління інфраструктурою, впровадити ліцензії на транспортну діяльність, забезпечити чесний та недискримінаційний доступ до залізничної інфраструктури, підвищити безпеку на залізниці, забезпечити сумісність європейської системи пасажирських та вантажних перевезень тощо.

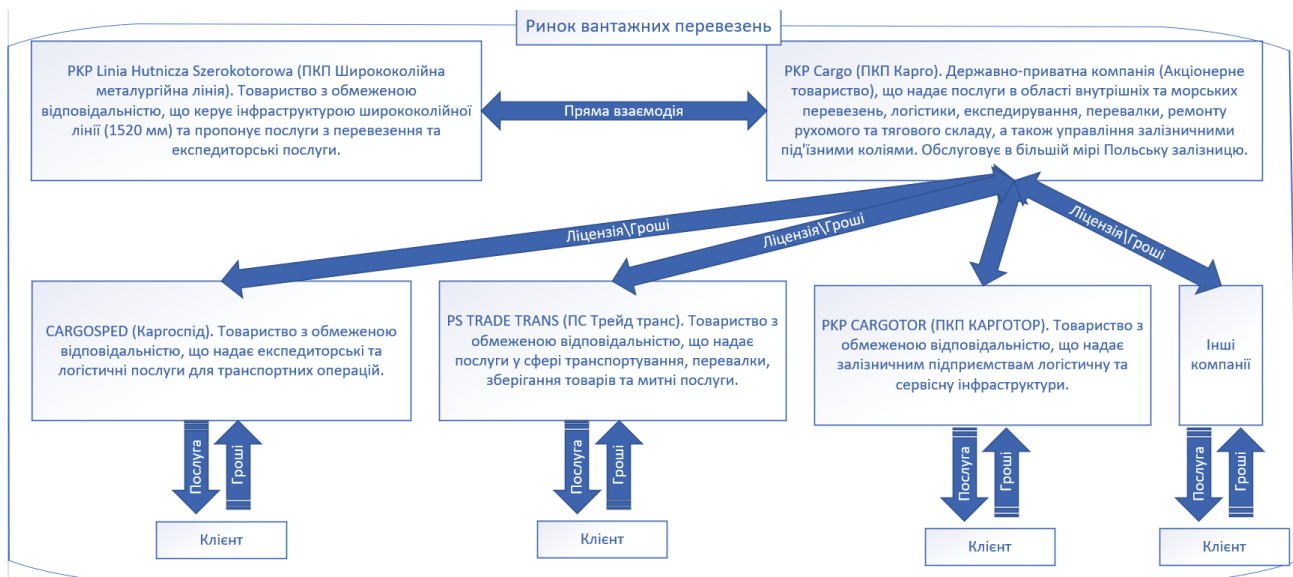


Рисунок 1 – Структура управління ринком вантажних перевезень Польської залізниці

Отже, досвід Польської залізниці є корисним для реформування Укрзалізниці. Україна може запровадити на законодавчому рівні всі вище зазначені директиви і пройти по тому ж шляху, що і Польща. Цей шлях може бути більш ефективним за умови урахування всіх помилок, що зробила Польська залізниця.

1. Міхал Гробельний. Залізнична реформа у Польщі: як виник вільний ринок. *Центр транспортних стратегій*. URL: [https://cfts.org.ua/articles/zheleznodorozhnaya\\_reforma\\_v\\_polshe\\_kak\\_voznik\\_svobodnuu\\_rynok\\_732](https://cfts.org.ua/articles/zheleznodorozhnaya_reforma_v_polshe_kak_voznik_svobodnuu_rynok_732) (дата звернення: 30.10.2022);
2. Структури управління залізниць Польщі. *Залізничні дороги світу*. URL: <http://1430mm.ru/management-structure-of-the-railways-of-Poland> (дата звернення: 30.10.2022);
3. PKP Cargo. *Wikipedia*. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/PKP\\_Cargo](https://en.wikipedia.org/wiki/PKP_Cargo) (дата звернення: 30.10.2022).

**ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ШТУЧНОГО  
ІНТЕЛЕКТУ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ  
ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ ТА ВУЗЛІВ**

**APPLICATION PERSPECTIVES FOR ELEMENTS OF ARTIFICIAL  
INTELLIGENCE IN SYSTEMS OF AUTOMATED DESIGN OF RAILWAY  
STATIONS AND JUNCTIONS**

*д-р техн. наук О.М. Озар<sup>1</sup>, д-р техн. наук М.М. Мороз<sup>2</sup>,  
аспірант Н.С. Круглова<sup>1</sup>, магістрант О.С. Чорний<sup>1</sup>*

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

<sup>2</sup> *Кременчуцький національний університет імені Михайла  
Остроградського (м. Кременчук)*

*О.М. Ohar<sup>1</sup>, Dr. (Tech.), М.М. Moroz<sup>2</sup>, Dr. (Tech.),  
N.S. Kruhlova<sup>1</sup>, graduate student, O.S. Chorny<sup>1</sup>, undergraduate*

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

<sup>2</sup> *Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University (Kremenchuk)*

Проектування відноситься до багатофакторних процесів. Учасники, що задіяні у цьому процесі, повинні володіти великим обсягом знань для прийняття ефективних рішень. Застосування сучасних цифрових інструментів дозволяє прискорити проектування об'єктів залізничної інфраструктури і мінімізувати кількість помилок [1-3]. Однак окремі процеси достатньо складно автоматизувати. Це пов'язано з тим, що при проектуванні об'єктів залізничної інфраструктури суттєве місце займає творчий процес. Створення процедур, що будуть імітувати вказаний процес, на даний момент є дуже складним завданням. Виходячи з цього, можна зробити висновок, що в системах автоматизованого проектування залізничних станцій та вузлів елементи штучного інтелекту можуть використовуватись для вирішення тільки окремого кола завдань.

До завдань, що можуть вирішуватися штучним інтелектом, можна віднести наступні:

– вибір з бази даних раціональних конструкцій горловин на підставі вихідних даних для проектування роздільного пункту. Для застосування даної опції на першому етапі необхідно сформулювати множину проектних рішень конструкцій горловин парків різного призначення, на другому етапі – навчити штучну нейронну мережу вибирати доцільні варіанти конструкцій в залежності від заданих умов експлуатації роздільного пункту;

– оптимізація радіусу кривих дільниць колій за критерієм мінімуму капіталовкладень у спорудження цих дільниць. Визначення оптимального

радіусу кривих є особливо актуальним завданням при проектуванні розв'язок в залізничних вузлах;

- визначення раціонального місця примикання локомотивного та вагонного господарств, вантажного району, сортувального пристрою, з'єднувальних колій та інших об'єктів за заданим критерієм;

- визначення оптимального місця розміщення роздільного пункту в межах виділеної для його будівництва площадки з урахуванням рельєфу місцевості. Конструкція колійного розвитку при цьому не змінюється (роздільний пункт при оптимізації розглядається як цільний об'єкт), а крутизна елементів поздовжнього профілю може змінюватися в заданих межах;

- наскрізний моніторинг проектного рішення щодо завантаження елементів колійного розвитку. Оцінка рівня завантаження вказаних елементів повинна базуватися на моделюванні поїзної і маневрової роботи на роздільному пункту;

- візуалізація проектного рішення у тримірному просторі;

- формування динамічної моделі функціонування роздільного пункту.

Отже, розробка проектного рішення і аналіз результатів проектування можуть здійснюватися шляхом взаємодії проектувальника і штучного інтелекту. Іншими словами, для вирішення вказаних завдань може використовуватися гібридний інтелект.

Застосування гібридного інтелекту ставить більш високі вимоги до технології автоматизованого проектування залізничних станцій та вузлів і припускає значне перетворення програмного середовища. Програмна складова гібридного інтелекту повинна містити аналітичні процедури, призначені для рекомбінації станційних пристроїв, їх реставрації та виконання інших складних дій з об'єктом залізничної інфраструктури, що проектується.

Слід зазначити, що широкого застосування елементів штучного інтелекту при автоматизованому проектуванні об'єктів залізничної інфраструктури поки що немає. Його інтеграція в системи автоматизованого проектування залізничних станцій та вузлів дозволить вирішувати багатоваріантні завдання і суттєво підвищити якість проектних рішень.

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

[2] Бобровский В. И. Формализованное представление и расчет планов путевого развития крупных железнодорожных станций / В. И. Бобровский, В. В. Малашкин // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. Дніпропетровськ, 2010. Вип. 31. С. 226–231.

[3] Малашкін В. В. Система автоматизованого синтезу колійного розвитку залізничних станцій / В. В. Малашкін // Вісник НТУ «ХП». 2015. №14 (1123). С.107-113.

**УДК. 629.4.083**

## **АНАЛІЗ ВТРАТ ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА, ЩО ПОСТАЧАЄТЬСЯ ДЛЯ ЕКІПРУВАННЯ ТЕПЛОВОЗІВ**

## ANALYSIS OF LOSSES OF DIESEL FUEL SUPPLIED FOR THE EQUIPMENT OF LOCOMOTIVES

*докт. техн. наук В.Г. Пузир<sup>1</sup>, докт. техн. наук Ю.М. Дацун<sup>1</sup>,  
D. Sc. (Tech.) G. Bureika<sup>2</sup>, V.I. Zadeseneць<sup>1</sup>, V.V. Медвідь<sup>3</sup>*

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

<sup>2</sup>*Vilnius Gediminas Technical University (Lithuania)*

<sup>3</sup>*Локомотивне депо Ковель АТ «Укрзалізниця» (м. Ковель)*

*D.Sc. (Tech.) V.G. Puzyr<sup>1</sup>, D.Sc. (Tech.) Y.M. Datsun<sup>1</sup>,  
D. Sc. (Tech.) G. Bureika<sup>2</sup>, V.I. Zadesenets<sup>1</sup>, V.V. Medvid<sup>3</sup>*

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

<sup>2</sup>*Vilnius Gediminas Technical University (Lithuania)*

<sup>3</sup>*Locomotive depot Kovel JSC "Ukrzaliznytsya" (Kovel)*

Одним із найбільш важливих аспектів реалізації безперебійної роботи залізничного транспорту є забезпечення локомотивів енергоносіями на тягу поїздів. В теперішніх умовах, що потребують ефективного функціонування саме автономних локомотивів, підвищується значимість забезпечення залізниці дизельним паливом.

В умовах постійного подорожчання та навіть дефіциту дизельного палива, найбільш гостро постають питання економії та оптимізації його витрат, що насамперед вимагає мінімізації невиробничих втрат під час постачання та в місцях споживання на паливних складах і в локомотивних депо.

Транспортування дизельного палива до споживача пов'язане із значними його втратами. Втрати від змішування та витоків в резервуарах, від неповного зливання залізничних та автомобільних цистерн, обводнення, внаслідок аварій, розливання, розбризкування та випаровування завдають збитків економіці галузі та країни в цілому. До того ж втрати палива внаслідок аварій та розливань забруднюють ґрунт, ґрунтові води та водойми. Багаторазові переливання дизельного палива та зберігання в резервуарах супроводжується його випаровуванням, що не тільки збільшує витрати і забруднює атмосферу, а і негативно впливає на здоров'я людей та навколишнє середовище.

Для оцінки втрат дизельного палива в локомотивному господарстві під час його транспортування, зберігання та екіпірування, слід враховувати особливості основних етапів цього процесу. Шлях дизельного палива від постачальника до баку тепловоза включає наступні етапи: 1 -Транспортування в залізничній цистерні; 2 - Зливання в резервуар складу палива; 3 - Зберігання в резервуарі складу палива; 4 - Перекачування до пункту екіпірування тепловозів; 5 - Екіпірування тепловоза. На кожному з означених етапів виникають втрати палива, що залежать від ряду чинників. Природні втрати більше залежать від об'єктивних чинників (властивостей палива, температури, атмосферного тиску, швидкості заповнення чи випорожнення резервуарів). Існуючі методики [1, 2] дозволяють визначати значення цих втрат з достатньою точністю. Державою встановлені норми втрат нафтопродуктів під час їх приймання, зберігання,

відпуску, перевантаження та транспортування. Аналіз встановлених норм втрат для основних етапів транспортування та зберігання дизельного палива в локомотивному депо показав, що найбільші їх значення встановлені для етапів 2 - 0,04%, 4 - 0,06% та 5 - 0,04% (рис. 1).

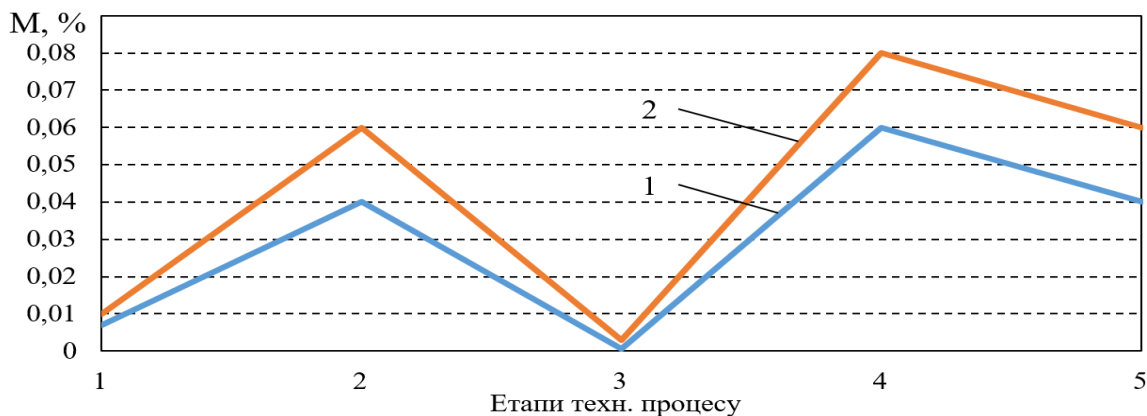


Рис. 1. Нормативні (1) та фактичні (2) втрати дизельного палива, що постачається для екіпірування тепловозів

Однак більшість дослідників зазначають, що доля природних втрат нафтопродуктів сягає лише 60-70% загальних обсягів втрат під час їх приймання, зберігання та транспортування. Решта нафтопродуктів втрачається внаслідок експлуатаційних, організаційних та аварійних чинників.

До експлуатаційних відносять втрати від протікань, забруднення, обводнення та змішування, що виникають внаслідок незадовільного технічного стану ємностей для зберігання, засобів транспортування та іншого обладнання складів та баз палива і екіпірувального господарства.

Організаційні втрати пов'язані з неправильною організацією роботи складу чи бази палива. Це втрати, що викликані неправильною організацією зливання та наливання нафтопродуктів, порушенням конструкції резервуарів та іншого обладнання, крадіжками.

Аварійні втрати виникають внаслідок пошкодження резервуарів, трубопроводів та іншого обладнання в результаті надзвичайних ситуацій та інших випадків.

Аналіз фактичних втрат дизельного палива на кількох підприємствах локомотивного господарства показав, що їх значення суттєво перевищують встановлені норми (рис. 1). В залежності від етапу постачання перевищення фактичних значень може становити від 30 до 60 %. Це може вказувати на зміну структури втрат дизельного палива: збільшення долі експлуатаційних та організаційних втрат, що викликані погіршеним технічним станом засобів приймання, зберігання та транспортування палива, порушенням їх конструкції, а в ряді випадків і недбалістю персоналу.

[1] Абузова Ф. Ф., Бронштейн, И. С., Новоселов, В. Ф. Борьба с потерями нефти и нефтепродуктов при их транспортировке и хранении. М.: Недра. 1981. 248 с.

[2] Константинов Н.Н. Борьба с потерями от испарения нефти и нефтепродуктов. М.: Гостоптехиздат. 1961. 260 с.

**ЦИФРОВІЗАЦІЯ МИТНОГО КОНТРОЛЮ  
ЗОВНІШНЬОТОРГОВЕЛЬНИХ ОПЕРАЦІЙ У ЗАЛІЗНИЧНОМУ  
СПОЛУЧЕННІ**

**DIGITALIZATION CUSTOMS CONTROL OF FOREIGN TRADE  
OPERATIONS IN RAILWAY CONNECTION**

*Д. т. н. М.М. Бабаєв,  
к. т. н. О.С. Пестременко-Скрипка  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*Dr. Sc. (Tech.) Mykhailo Babaiev,  
PhD in Sci. (Tech.) Oksana Pestremenko-Skrypka  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

У разі цифровізації світової економіки актуальним питанням стає цифровізація процесів митного контролю під час експортно-імпортних операцій у міжнародному сполученні на залізничному транспорті. Для цього необхідно виконати аналіз сучасних підходів Державної митної служби України з іншими контролюючими органами та адміністрацією залізниці, щодо використання електронних продуктів та послуг для здійснення зовнішньоторговельних операцій. Найбільш перспективним напрямком у питанні використання цифрових технологій в області митної справи є запровадження електронного документообігу з контролюючими органами.

Цифровізація процесів митного контролю дозволяє державі підвищити прозорість митних операцій, відстежувати та ідентифікувати товари в режимі реального часу, підвищити збирання митних платежів, спростити збір статистичних даних. Цифрові канали також можуть допомогти клієнтам уникнути помилок та зробити весь митний процес більш прозорим та ефективним. Внесення товарів до центрального електронного реєстру дозволяє користувачам стандартизувати процеси, необхідні для митної процедури. Це призводить до подальшого зниження складності та часу подання декларації, що позитивно позначається на регуляторних витратах для бізнесу.

Дискурс про електронні документи в міжнародних перевезеннях часто пов'язано з більш широкою комп'ютеризацією міжнародних перевезень і можливістю відстежувати відправлення в режимі реального часу, особливо на залізниці. Відстеження дозволить покращити якість послуг, з видимістю для клієнтів, а також кращим керуванням вагонопарком та його обслуговуванням. Відстеження є проблемою особливо актуальною для залізничного транспорту, оскільки доступність поїздів і даних про місцезнаходження вантажу є подрібненими і має різних власників, хоча така інформація є важливою для

планування роботи на терміналах, організації перевезень і для прозорого обслуговування клієнтів [1].

І. В. Берестов, О. С. Пестременко-Скрипка, Т. Т. Берестова. Діджиталізація митного контролю під час здійснення міжнародних вантажних перевезень залізничним транспортом. Економіко-правові та соціально-технічні напрями еволюції цифрового суспільства: матеріали міжнародної науково-практичної конференції: у 2 т. Том 2. : тези доп., Дніпро: Університет митної справи та фінансів, 2022. С. 497-499.

**УДК 629.4.027-047.36:681.518.54**

## **МОНІТОРИНГ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ВУЗЛІВ ЛОКОМОТИВА З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ ПОШУКУ АНОМАЛІЙ**

### **MONITORING THE TECHNICAL CONDITION OF LOCOMOTIVE NODES BY ANOMALY DETECTION METHODS**

*д.т.н. Б.Є. Боднар, к.т.н О.Б. Очкасов.*

*Український державний університет науки і технологій.*

*B. Bodnar, O.Ochkasov*

*Ukrainian State University of Science and Technologies*

Моніторинг технічного стану локомотива – це безперервне спостереження за його технічним станом і процесами, що відбуваються в експлуатації. Основною перевагою моніторингу є можливість раннього виявлення несправності, що зароджується, без необхідності виключення локомотива з експлуатації. Використання інформації, отриманої від засобів моніторингу при плануванні ремонтів та розробці системи утримання дозволяє уникнути таких суперечностей як: недостатній обсяг зібраної статистики, постійна зміна умов експлуатації, неприпустимість виникнення відмов критичних об'єктів, скорочення терміну експлуатації об'єкта, що контролюється, при виникненні відмови. Застосування моніторингу з метою контролю технічного стану локомотивів є більш актуальним для локомотивів, обладнаних бортовими системами діагностування [1], оскільки дозволяє виявляти приховані несправності та контролювати стан вузлів локомотива у всіх режимах експлуатації. Також можливе використання моніторингу при проведенні обкатки та випробування вузлів та агрегатів локомотивів.

Основним завданням моніторингу є виявлення аномалій у роботі обладнання. В даний час розроблено безліч методів та алгоритмів пошуку аномалій для різних типів даних. Пошук аномалій у наборі даних, отриманих від датчиків, встановлених устаткуванні, є класичним завданням, для вирішення якої використовуються модельні методи (Digital twin), методи машинного навчання, методи статистичного аналізу, нейронних мереж та інших. Як вихідні дані для пошуку аномалій можуть використовуватися як значення параметрів, без додаткових перетворень, так і значення після

додаткової обробки. Крім використання сигналів датчиків як контрольних величин у низці робіт використовується поняття індексу технічного стану устаткування (індексу здоров'я устаткування) [2].

Найбільш поширеними методами виявлення аномалій з використанням підходів машинного навчання є метод опорних векторів для одного класу (OneClassSVM), ізолюючий ліс (Isolation Forest), еліпсоїдальна апроксимація даних (Elliptic Envelope). Також успішно для виявлення аномалій використовуються алгоритми кластеризації DBSCAN, k-NN та інших. Всі методи, що розглядаються, відносяться до методів unsupervised learning. Завданням методів виявлення аномалій є відповідь на питання, якого класу відносяться результати моніторингу: нормальний чи аномальний. Віднесення результатів моніторингу до аномального стану може свідчити про початок процесів деградації параметрів обладнання.

Авторами розглянуто можливість застосування методів пошуку аномалій для контролю технічного стану тягового електродвигуна локомотива при стендових випробуваннях. Як контрольований параметр використовується сигнал датчика частоти обертання валу якоря. Вимірювання частоти обертання виконується за допомогою високоточного інкрементального оптичного датчика кутового переміщення (енкодер). Вимірювання проводились в режимі вибігу якоря.

Двигун m1 – знаходився у справному стані після виконання капітального ремонту. Результати вимірювання частоти обертання якоря цього тягового електродвигуна використані як еталонний сигнал при навчанні моделей виявлення аномалій. Двигуни m2 та m3 вимагали капітального ремонту та мали несправності. При розбиранні несправних двигунів виявлено такі дефекти і несправності: ослаблення в посадці на валу передньої натискної шайби, мікротріщини в зварному з'єднанні передньої натискної шайби з валом якоря (двигун m2), корозія поверхні тіл кочення, перевищення допустимого радіального зазору якірних роликів підшипників (двигун m3). У електродвигуна m4 радіальний зазор підшипників дорівнював 0,13 мм і 0,17 мм при граничному значенні 0,20 мм, тобто цей двигун не мав пошкоджень механічної частини.

Результати вимірювання частоти обертання валу якоря 4х тягових електродвигунів, які знаходилися в різних технічних станах, оброблені за допомогою розглянутих раніше методів виявлення аномалій. Кожен з методів виявлення аномалій визначив наявність аномалій у сигналах частоти обертання двигунів m2-m4, що свідчить про несправності підшипників та механічної частини двигуна. Виявлення аномальних складових сигналу двигуна m4, радіальний зазор підшипників якого наближався до максимально допустимої межі, дозволяє говорити про можливість раннього виявлення несправності.

Для оцінки точності моделей розпізнавання аномалій, виконано пошук аномалій для сигналу, що відповідає двигуну m1. В результаті обробки сигналу двигуна m1 алгоритм OneClassSVM забезпечив точність розпізнавання аномалій 99.9%, Elliptic Envelope – 99.5%, алгоритм DBSCAN – 99.1%, алгоритм Isolation Forest – 98%. Під помилкою розпізнавання розуміємо



віднесення нормальних значень до аномального класу. Порівняння методів виявлення аномалій показало, що OneClassSVM та Elliptic Envelope мають більш вузький діапазон нормальних значень. Найбільшу ширину діапазону допустимих (нормальних значень) має алгоритм DBSCAN, при цьому алгоритм DBSAN частину значень аномальної зони визначає як нормальні значення.

Для визначення причини аномалії необхідно виконувати обробку сигналу частоти обертання з метою виділити додаткові інформаційні ознаки сигналу, а також застосовувати методи машинного навчання з учителем.

1 Bodnar, B.; Ochkasov, O. 2017. System Choice of the Technical Maintenance of Locomotives Equipped with on-Board Diagnostic Systems, Transport Means: Proceedings of 21st International Scientific Conference, September 20–22, 2017, Kaunas University of Technology Klaipėda University [and others], Juodkrante, Kaunas, Lithuania, I: 43-47.

2 Bodnar, B. Devising a procedure for calculating the technical condition index of locomotive nodes based on monitoring results / Bodnar B., Ochkasov O., Ochkasov M. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2021. – Vol. 5, Iss. 3 (113). – P. 37–45. – DOI: 10.15587/1729-4061.2021.242478.

**УДК:656.213.073.235(477)**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ НАДХОДЖЕННЯ КОНТЕЙНЕРОПОТОКІВ НА ПРИКОРДОННУ СТАНЦІЮ**

### **STUDY OF THE PROCESS OF CONTAINER FLOWS ARRIVAL TO THE BORDER STATION**

***А.В. Колісник<sup>1</sup> канд. техн. наук, І.Д. Юрасов<sup>1</sup>***

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

***A.V. Kolisnyk<sup>1</sup>, PhD (tech.), I.D. Yurasov<sup>1</sup>***

*Ukrainian State University of Railway Transport, (Kharkiv)*

Надходження контейнеропотоків на прикордонну станцію для подальшого прямування у міжнародному сполученні дуже складний процес, який несе в собі безліч випадковостей таких як кількість контейнерів, що можуть надходити на станцію, а також спосіб транспортування цих контейнерів від вантажовідправників. Під час війни, коли практично всі морські порти закриті, значний потік надходження вантажів за участю залізниць припав на прикордонні станції, що призвело до збільшення часу простоїв вагонів та фітінгових платформ з контейнерами на прикордонних станціях.

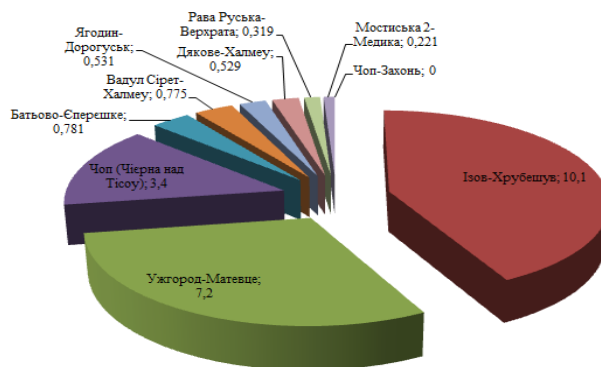


Рис. 1. Діаграма розподілу кількості вагонів в очікуванні на обробку на прикордонних станціях, тис. ваг.

Аналіз статистичних даних виявив значні простой вагонів на прикордонних станціях в очікуванні обробки, які наведені на рис.1. Досліджено, що більша кількість вагонів, які простоюють в очікуванні обробки, на станціях Ужгород-Матевце -7,2 тис. ваг, Ізов-Хрубешув- 10,1 тис. ваг., Чоп (Чірна над Тісоу)- 3,4 тис. ваг. [1].

Для зменшення непродуктивних простоїв контейнерів на прикордонних станціях в очікуванні відправлення у міжнародному напрямку, під час планування, слід також врахувати кількість контейнерів, що подаються на перевантажувальний пункт прикордонної станції, тобто з урахуванням переробної спроможності перевантажувального комплексу прикордонної станції.

[1] Funktsionuvannia transportnoho sektoru Ukrainy v umovakh pravovoho rezhymu voiennoho stanu. Retrieved from <https://niss.gov.ua/news/komentari-ekspertiv/funktsionuvannya-transportnoho-sektoru-ukrayiny-v-umovakh-pravovoho/> [in Ukraine].

УДК 629.42

## ЗАХОДИ З УТРИМАННЯ ЛОКОТИВНОГО ПАРКУ ДЕПО ПІД ЧАС ВОЄННОГО СТАНУ

### MEASURES FOR MAINTAINING THE LOCOMOTIVE PARK OF THE DEPOT DURING THE STATE OF MARTIAL

*д-р техн. наук О.С. Крашенінін, канд. техн. наук. О.О. Шапатіна, магістр М.В. Васильєв*

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

*A. Krashenin, Dr. Sc. (Tech.), O. Shapatina, PhD (Tech.), M. Vasilev, master  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Для нашої країни настали одні з самих складних в її історії часів і питань, а саме питання збереження її державності в умовах війни. Велику роль в підтримці життєдіяльності країни, забезпечення її необхідними ресурсами, евакуації підприємств і населення відіграє залізничний транспорт. Це ще один виклик для галузі, яка багато років не мала відповідної підтримки з боку держави в справі необхідних темпів оновлення рухомого складу, залізничної інфраструктури, особливо локомотивного господарства.

Але, не зважаючи на це, залізничний транспорт залишається основним транспортом, який забезпечує масові перевезення вантажів і пасажирів. І зараз особливо важливо визначитись з пріоритетами, які забезпечать його живучість.

Як показує світова практика, часткова модернізація рухомого складу можлива як на вітчизняних підприємствах, що мають відповідні ресурси, так і на закордонних ремонтних підприємствах для проведення глибокої модернізації [1].

З іншого боку, треба реалізувати накопичений досвід з подовження терміну використання рухомого складу, що перевищує нормативний термін, щодо коригування технології і міжремонтних пробігів [2, 3].

Необхідно також більш широко запроваджувати сервіс в систему обслуговування та ремонту рухомого складу. Це, в свою чергу, потребує подальшого розвитку складської логістики для забезпечення локомотивних депо запасними частинами [4].

Зрозуміло, що на фоні цих чинників, потрібно удосконалювати експрес-методи діагностування окремих систем і агрегатів локомотивів, а також запроваджувати сучасні методи відновлення зношеного обладнання.

Комплексне запровадження цих заходів з урахуванням евакуації частини ремонтних потужностей депо дозволить залізничному транспорту продовжувати виконувати ті складні задачі, які він виконує весь цей час.

[1] Тартаковский Э.Д., Грищенко С.Г., Калабухин Ю.Е., Фалендыш А.П. Методы оценки жизненного цикла тягового подвижного состава железных дорог: монография. Луганск: Изд-во «Ноулидж», 2011. 174 с.

[2] Тартаковский Е. Д., Устенко О. В., Крашенінін О. С., Обозний О. М. Оцінка показників ТО при подовженні терміну експлуатації ТРС по наробці. Зб. наук. пр. Укр. держ. акад. залізнич. трансп. Харків, 2012. Вип. 132. С. 5–11.

[3] Крашенінін О. С., Харламов П. О. Оцінка ефективності системи подовження терміну служби ТРС більш нормативного і оновлення експлуатаційного парку. Вісник Східноукраїнського університету ім. В. Даля: наук. журнал. Луганськ, 2012. Вип. 3(174). С. 109–113.

[4] Крашенінін О. С., Яковлев С. С., Шапагіна О. О., Турубара О. О. Територіальне закріплення локомотивних депо за сервісними центрами. Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. 2018. Вип. 5. С. 10–22.

**УДК 656. 212. 5**

## **ВИЗНАЧЕННЯ УМОВИ ДОЦІЛЬНОСТІ ВВЕДЕННЯ ЧЕРГОВОГО ЕТАПУ РОЗВИТКУ ПАСАЖИРСЬКОЇ ТЕХНІЧНОЇ СТАНЦІЇ**

# DETERMINATION OF FEASIBILITY CONDITIONS FOR IMPLEMENTATION OF THE NEXT STAGE OF PASSENGER TECHNICAL STATION DEVELOPMENT

*канд. техн. наук М.Ю. Куценко, студенти Є.Д.Бабак, В.В. Рибак  
Український державний університет залізничного транспорту (Харків)*

*C. Sc. (Tech). M.Y. Kutsenko , students E. D. Babak, V.V. Rybak  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

У виконаних до теперішнього часу дослідженнях оптимальний стан пасажирської технічної станції (ПТС) в кінці розрахункового періоду встановлюється по мінімуму абсолютної суми наведених витрат. При цьому горизонт розрахунків приймається рівним 20 років [1]. Зазначений принцип вибору буде справедливий, якщо кінцевий стан однаковий для всіх варіантів етапності, тобто якщо завдання полягає в знаходженні оптимальної траєкторії розвитку від будь-якого з можливих початкових станів до заданого кінцевого стану. Якщо ж необхідно встановити оптимальний кінцевий стан, а саме таке завдання ставиться при оптимізації етапності розвитку ПТС, то принцип вибору кінцевого стану і визначення оптимального варіанту технічного стану в будь-який рік розрахункового періоду доцільно прийняти відповідно до методики [2], без прорахунку значень приведених витрат до кінця цього періоду.

Згідно з цією методикою перехід від варіанту технічного стану  $S_i$  до варіанту  $S_j$  доцільний в рік  $t$ , для якого справедлива умова

$$\left. \begin{aligned} E_{t-1,j}^{\text{опт}} + K_{i \rightarrow j} \alpha_t + C_{t,i} \alpha_t + C_{t+1,j} \alpha_{t+1} &\leq \\ &\leq E_{t-1,j}^{\text{опт}} + C_{t,i} \alpha_t + K_{i \rightarrow j} \alpha_{t+1} + C_{t+1,j} \alpha_{t+1} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

де  $E_{t-1,j}^{\text{опт}}$  – сумарні наведені витрати  $(t-1)$ -м році при варіанті технічного стану  $S_i$ , і умовно-оптимальних переходах за період  $0 - (t-1)$ ;

$K_{i \rightarrow j}$  – капітальні витрати для переходу від стану  $S_i$ , до стану  $S_j$ ;

$C_{i,t}$ ,  $C_{t+1,i}$  – експлуатаційні витрати при варіанті технічного стану  $S_i$ , відповідно на рік  $t$  та  $t+1$ ;

$C_{t+1,j}$  – теж саме, в  $(t+1)$ -му році для варіанта технічного стану  $S_j$ ;

$\alpha_t$ ,  $\alpha_{t+1}$  – коефіцієнти дисконтування для року  $t$  та  $t+1$ .

Скоротивши подібні члени в лівій і правій частинах нерівності, отримаємо

$$K_{i \rightarrow j} \alpha_t + C_{i+1,j} \alpha_i \leq K_{i \rightarrow j} \alpha_{t+1} + C_{t+1,j} \alpha_{j+1} \quad (2)$$

Якщо перенести елементи, що містять капітальні витрати в ліву, а елементи, що містять експлуатаційні витрати, в праву сторону нерівності, отримаємо

$$K_{i \rightarrow j}(\alpha_t - \alpha_{t+1}) \leq (C_{t+1,i} - C_{t+1,j})\alpha_{t+1} \quad (3)$$

При постійних в часі нормативах капітальних витрат і експлуатаційних витрат, коли коефіцієнти дисконтування визначаються виразом (4.6), умова доцільності введення чергового етапу матиме вигляд

$$K_{i \rightarrow j}E \leq C_{t+1,i} - C_{t+1,j} \quad (4)$$

Умови (3) і (4) можна сформулювати так: перехід до варіанту з більш високим рівнем технічного оснащення (чергового етапу розвитку станції або вузла) доцільний в той рік, починаючи з якого умовно-оптимальним переходом стає збереження цього варіанту. При стійкому зростанні обсягів роботи, що є вихідною передумовою етапного розвитку об'єкта, з умов (3) або (4) впливають два висновки:

- оптимальний термін переходу до чергового етапу є єдиним, і будь-яке відхилення від цього терміну в ту чи іншу сторону призведе до збільшення суми приведених витрат;
- після реалізації оптимального переходу до чергового етапу в момент  $t$  доцільним може бути або збереження технічного оснащення станції на досягнутому рівні, або подальше нарощування потужності; повернення на більш низький рівень технічного оснащення завжди недоцільний.

На підставі умови доцільності введення чергового етапу розвитку ПТС може бути сформульований і принцип визначення оптимального варіанту технічного стану у будь-який рік розрахункового періоду: таким є варіант з найбільшим рівнем пропускної (переробної) здатності, для якого умовно-оптимальним переходом є збереження цього варіанту.

Застосування зазначеного принципу значно спрощує прийняття рішень і не вимагає великого періоду для підсумовування витрат. Величина цього періоду встановлюється в залежності від можливостей надійного прогнозу перспективних обсягів роботи, що дозволяє зменшити вплив невизначеності вихідної інформації на вибір етапності розвитку станції.

[1] O. Snell. Сучасне обладнання для технічного обслуговування рухомого складу // Залізничі світу, 2005, №1. [Електронний ресурс]. – 2009. – Режим доступу: <http://www.css-rzd.ru/zdm/2005-01> - Дата звернення (17.09.2022).

[2] Єфіменко, Ю.І. Обґрунтування етапності розвитку залізничних станцій та вузлів [Текст] / Ю. І. Єфіменко // Залізничний транспорт, 2007. – №12. – С. 35 – 43.

**УДК 656. 212. 5**

## **ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ**

# STATEMENT OF THE PROBLEM OF DETERMINING THE RATIONAL TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF THE WORK OF THE SORTING STATION

*канд. техн. наук М.Ю. Куценко, студент П.М.Марчишин  
Український державний університет залізничного транспорту (Харків)*

*C. Sc. (Tech). M.Y. Kutsenko , student P. M. Marchyshyn  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

У сучасних умовах відбувається здійснення структурних реформ ПАТ «Укрзалізниця», які зачіпають всі рівні управління і всі сфери діяльності компанії [1]. Значний вплив на результати таких реформ надає повна приватизація парку вагонів компанії. Передача в приватні руки вантажних вагонів спричинила за собою передачу управління приватними парками від ПАТ «Укрзалізниця» – компаніям-операторам. Кожна компанія планує і здійснює перевезення в певному сегменті перевезень, ставлячи собі за мету максимізацію отриманого прибутку. Власник інфраструктури ПАТ «Укрзалізниця» надаючи послуги компаніям-операторам значною мірою залежить від їх стратегічних поглядів і планів.

У цих умовах відбувається неузгоджений між компаніями-операторами рух приватних парків вагонів. Найчастіше відбувається зустрічний рух порожніх вагонів одного і того ж типу. При цьому завантаження пропускних здібностей ділянок і цілих напрямків, а так само переробна спроможність найбільших сортувальних станцій досягає своєї граничної величини. Це ставить проблему раціонального використання пропускних і переробних здібностей інфраструктури.

Одним з ключових питань даної проблеми є отримання точних значень техніко-технологічних параметрів роботи сортувальних станцій при заданому обсязі роботи близьким до граничного і зміна значення цих параметрів при зміні плану формування, напрямки слідування окремих струменів вагонопотоків, а також проведенні заходів з розвитку переробних здібностей станцій.

Простої вагонів на сортувальних станціях безпосередньо пов'язані як з ємністю парків, так і з потужністю обслуговуючих пристроїв цих станцій. Цілком очевидний також вплив на цю ємність пропускної здатності прилеглих дільниць та чисельності використовуваного локомотивного парку [2].

Імовірнісний характер поїздопотуку, що прибуває на станцію викликає міжопераційні простої составів при розформуванні поїздів, що в свою чергу, впливає на функціонування всього ланцюга систем обслуговування поїздопотуку на станції. Фіксована місткість парків станції в певних умовах також може надавати вплив на роботу і перерви в роботі всіх обслуговуючих систем.

Так, наприклад, недостатній колійний розвиток парку приймання за високого завантаження системи обробки поїздів в парку і невисокою

переробною спроможністю сортувальної гірки, може викликати простої составів на підході до станції, а отже, зменшувати пропускну спроможність прилеглих дільниць. Недостатня місткість сортувального парку, у свою чергу, може викликати блокування розпуску составів. Обмежена місткість парку відправлення спричиняє додаткові простої составів у сортувальному парку через неможливість перестановки составів в парк відправлення, а також затримки транзитних поїздів на підході через переповнення цього парку.

Ці міркування показують тісний взаємозв'язок у роботі окремих систем обслуговування поїздопотуку на сортувальній станції в умовах граничних завантажень. Наявність складних технологічних взаємозв'язків між функціонуванням систем обслуговування вимагає розгляду роботи кожної системи не ізольовано від роботи інших систем, а в комплексі [3].

З складами поїздів на різних етапах просування поїздопотуку по станції виконуються ряд технічних операцій. Кожна з таких операцій може бути описана математично з використанням диференціального рівняння.

Відповідно, функціонування станції може бути представлено у вигляді системи таких рівнянь, кожне з яких:

- по-перше, описує ту чи іншу операцію;
- по-друге, залежить від інших рівнянь через входні в них параметри.

Аналітичне рішення такого завдання не представляється можливим. Разом з тим можуть розглядатися чисельні методи рішення.

Таким чином, завдання полягає в наступному. При заданих величинах: технічному оснащенні станції, чинному плані формування і певної технології роботи станції, для запропонованого обсягу роботи потрібно визначити:

- значення основних показників її роботи;
- вплив функціонування окремих систем обслуговування на ці показники;
- вплив окремих заходів щодо посилення пропускну та переробної спроможностей на роботу станції;
- залежність між чисельністю локомотивного парку та основними техніко-технологічними параметрами роботи станції.

[1] План розвитку системи розподілу АТ «Укрзалізниця» на 2020-2024 роки [Електронний ресурс] : інформація – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v1275874-20> - Text - Дата звернення (10.09.2022).

[2] Куценко, М. Ю. Аналіз існуючих методів та методик розрахунку сортувальних станцій [Текст] / М. Ю. Куценко, І. В. Берестов // Інформаційно – керуючі системи на залізничному транспорті. – Х., 2007. – №2. – С. 34 – 37.

[3] Мінаков, А.П. Взаємодія основних систем обслуговування поїздопотуку у парку приймання сортувальної станції [Текст] / А. П. Мінаков // Залізничний транспорт, 2012. – №9. – С. 25 – 27.

**УДК 656.212**

## **ТЕХНОЛОГІЯ МАШИННОГО ЗОРУ ТА ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ НА ЗАЛІЗНИЦІ**

## **MACHINE VISION TECHNOLOGY AND ITS APPLICATION IN RAILWAYS**

*канд. техн. наук М.Ю. Куценко, аспірант А.А. Токаренко  
Український державний університет залізничного транспорту (Харків)*

*C. Sc. (Tech). M.Y. Kutsenko, postgraduate A. A. Tokarenko  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

На залізничній колії та рухомому складі є багато речей, які неможливо побачити неозброєним оком. Саме завдяки машинному зору є можливість завчасно або по факту виявити аномалії, потенційні недоліки, перш ніж вони призведуть до збоїв. Принцип роботи машинного зору досить простий, чого не скажеш про його архітектуру. Камери й сенсори передають системі зображення і дані, які вона розпізнає та класифікує. Потім вони інтерпретуються за сценарієм. Наприклад: якщо «подія = перевантаження вагона», то система виконує «сповіщення» до «оператор\_1». Такі сценарії можливо відтворити у роботі на залізничній станції чи залізничному підприємстві. Алгоритми аналізують нові знімки, порівнюють їх із попередніми та сповіщають про проблеми на лінії.

Успішне застосування машинного зору на практиці потребує знань та навичок в різних суміжних областях. Наприклад, при здійсненні звичайного проєкт виробничої системи машинного зору необхідно скласти архітектуру системи, визначити спосіб аналізу зображень, розробити або адаптувати алгоритми й програмне забезпечення, забезпечити оптимальні світлотехнічні умови, врахувати характер вантажно-розвантажувальних і транспортних операцій, налаштувати відеотехніку і засоби зв'язку і брати до уваги особливості контролю якості на конкретному підприємстві.

Крім того, системи машинного зору комплектуються різними приладами та обладнанням залежно від мети та функціонального призначення кожної конкретної системи. Наприклад, у системі машинного зору можуть працювати датчики зображення, кольору, контрастності та люмінесценції, пристрої зчитування та верифікації кодів, датчики точного позиціонування, різні індикатори, що підсвічують пристрої та дисплеї. До систем машинного зору також можна віднести різні світлові завіси та бар'єри: захисні, вимірювальні та ін.

Сьогодні технології машинного зору широко застосовуються в розвинених країнах, перш за все, для оцінки технічного стану рухомого складу та інфраструктури. Мета цього – підвищення безпеки перевезень. Приклад ринку систем машинного зору за регіонами [1] наведені на рис.1.

Крім того, застосовуються у країнах ЄС технології розпізнавання за допомогою відеокамер номерів контейнерів у портах і терміналах для їх обліку та відстеження операцій за допомогою камер Computer Vision – це досить ефективний спосіб зчитування будь-якої інформації, і останнім часом деякі системні інтегратори активно пропонують замовникам та приватним перевізникам даний спосіб для відстеження вагонів. Єдиним недоліком є



необхідність підтримування складної цифрової інфраструктури, а також потреба тримати об'єкти камер чистими.



Рис. 1- Ринок систем машинного зору за регіонами [1]

Система ENSCO [2] використовує машинне навчання та штучний інтелект для автоматичного визначення стану поверхні рейок — використовує системи камер високої роздільної здатності та практичні алгоритми машинного зору, застосовуючи передові методи обробки зображень для виявлення об'єктів та їх особливостей. Результатом є «високошвидкісні та якісні системи візуалізації, які забезпечують надійні можливості отримання та обробки зображень для всебічної перевірки та оцінки стану колії».

Компанія Trimble Veena Vision [2] створила лінійку технологій безконтактного вимірювання та контролю рухомого складу з боку колії на основі машинного зору. Мета цього — забезпечити автоматизований попереджувальний моніторинг стану рухомого складу, в результаті якого накопичується масив даних, які можна обробляти для ефективної оцінки стану рухомого складу на рівні як окремих компонентів, так і повного огляду поїзда. Набір рішень містити блоки візуалізації для перевірки майже всіх компонентів рухомого складу, видимих під час руху поїзда, алгоритми машинного зору для обробки та надання інформації, пов'язаної з цими зображеннями, бази даних та інтерфейси користувача для доступу та перегляду інформації для виявлення закономірностей та прогнозування.

Можемо зробити висновок, що в міру того, як все більше операторів у залізничній галузі починають прагнути до цифровізації для зниження витрат і оптимізації процесів, ці ініціативи призведуть до значних обсягів даних, які потребують розумної обробки та аналізу для надання оперативної інформації. Інтеграція передової технології такої як машинний зір дасть можливість залізниці планувати важливі роботи на колії за обмежений час без впливу на рух поїздів і робити це в рамках фінансових можливостей. Інтегруючи технологію машинного зору у весь безперервний цикл моніторингу обладнання та планування його технічного обслуговування, можна покращити безпеку та зменшити збої в роботі підрозділів залізниці.

1. Машинний зір в ТОiP: ефективний пошук несправностей та дефектів – 2021р. URL: <https://smart-eam.com/ua/news/mashinnoe-zrenie-v-toir-jeffektivnyj-poisk-neispravnostej-i-defektov/> (дата звернення 18.11.2022)
2. Технології машинного зору на залізницях США – 2022р. URL: <https://www.railwayage.com/> (дата звернення 18.11.2022)

**УДК 629.463.027.27-048.35**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЕЛЕМЕНТІВ ГАЛЬМОВИХ ВАЖІЛЬНИХ ПЕРЕДАЧ ВІЗКІВ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ**

*Д.т.н, А.О. Ловська, к.т.н., В.Г. Равлюк*

*Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків*

**Вступ.** Потреба в зниженні експлуатаційних витрат в умовах конкуренції на ринку транспортних послуг висуває вимоги стосовно до організації системи технічного обслуговування та ремонту вантажного рухомого складу, виходячи з фактичного стану його працюючих вузлів. Тому для оцінки технічного стану вузлів вантажних вагонів потрібен постійний моніторинг, особливо за тими, які є відповідальними за безпеку руху поїздів. Одним з таких вузлів є триботехнічна пара «гальмова колодка – колесо».

Зменшення зносу в системі «гальмова колодка – колесо» значно знижує експлуатаційні витрати і є одним з пріоритетних напрямків підвищення ефективності роботи залізничного транспорту, в тому числі забезпечення екологічності перевезень, а також безпеки руху поїздів [1, 2]. Таким чином, проблема взаємодії в системі «гальмова колодка – колесо» є на даний час актуальною та важливою.

**Викладення основного матеріалу.** Нині увесь парк вантажних вагонів, як АТ «Укрзалізниця» так і промислових підприємств, облаштовані пристроями рівномірного зносу гальмових колодок, але вони мають дуже низьку надійність [3]. Через це втрачається їх працездатність навіть іще у тих вагонах, які щойно вводяться в експлуатацію із вагонобудівних або ремонтних підприємств. Тому більше 90 % вантажних вагонів АТ «Укрзалізниця» працюють з клинодувальним зносом композиційних гальмових колодок, через це погіршується ефективність гальмувань у вантажних поїздах.

Під час виконання виробничих досліджень було встановлено, що застосування композиційних гальмових колодок на вантажному рухомому складі дуже сильно впливає на збільшення кількості відмов коліс у процесі їх експлуатації [4]. Основною причиною появи таких відмов є те, що композиційні гальмові колодки мають низьку теплопровідність і здатні вкраплювати метал колеса у робочу площину колодки, а це призводить до виникнення на поверхні кочення коліс різного роду пошкоджень (повзунів, наварів, вищербин тощо), які відносяться до термомеханічного характеру [5].

Проведені дослідження в умовах експлуатаційного підприємства вагонного депо «Основа» регіональної філії «Південна залізниця» АТ «Укрзалізниця»

дали змогу виконати обстеження композиційних гальмових колодок вантажних вагонів. За результатами огляду встановлено, що незалежно від підприємства, яке виготовляє колодки і композиційного матеріалу з якого їх виготовляють під час експлуатації з'являються дефекти, які наведені в табл. 1.

Таблиця 1 — Оглядова картка для підсумку даних про кількість дефектних композиційних гальмових колодок вантажних вагонів

№ (поз. на гістограмі)	Найменування дефектів колодок	Відсоток
1	Клинодуальний знос гальмових колодок	90,68
2	Клиномоністичний знос гальмових колодки	7,71
3	Виривання й раковини тіла колодки та вкраплювання металу на робочу поверхню гальмової колодки	33,65
4	Виривання й раковини тіла колодки	24,2
5	Вкраплювання металу з поверхні кочення колеса на робочу поверхню гальмової колодки	41,18
6	Розлом колодки за температурною виїмкою	4,61

Отримані кількісні результати статистичних досліджень щодо наявності дефектів в обстежених 3735 гальмових колодок вантажних вагонів. За результатами досліджень у розгорнутому вигляді наведено статистичний аналіз обстежених композиційних гальмових колодок з наявними дефектами (рис. 1).

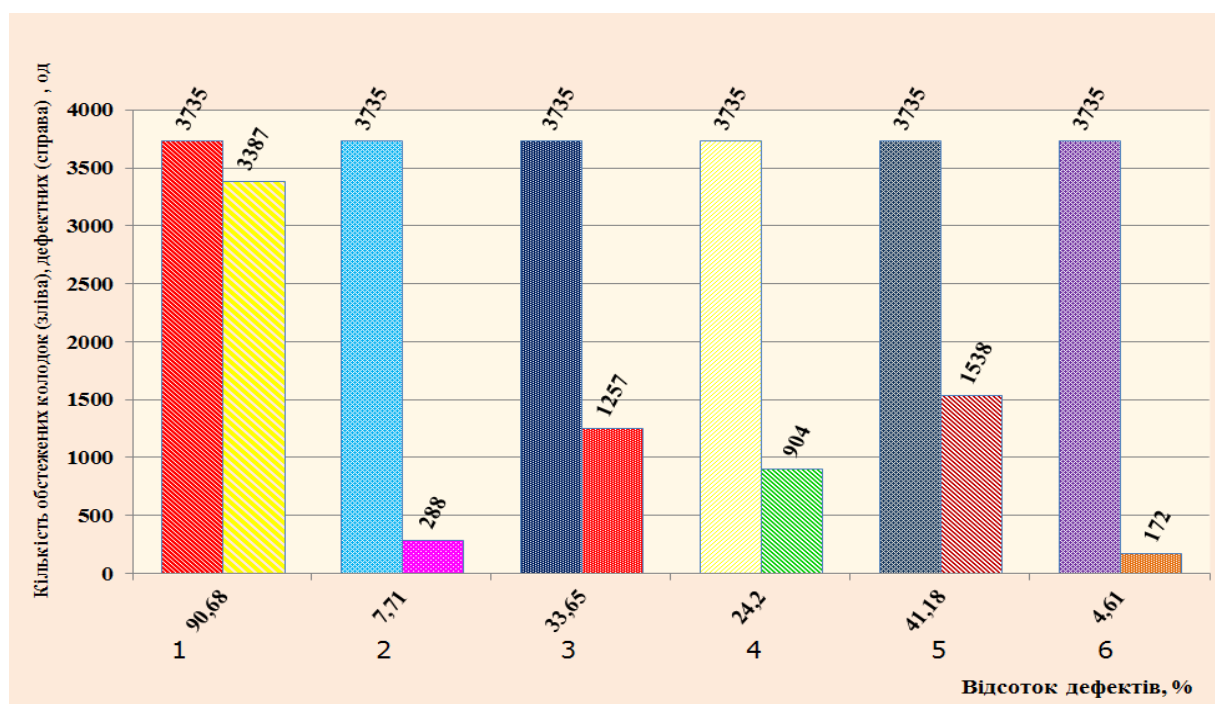


Рис. 1. Гістограма загальної кількості обстежених композиційних гальмових колодок вантажних вагонів з наявними дефектами

За проведеними результатами виробничих досліджень розроблено класифікацію зносу (за геометрією) композиційних гальмових колодок, який поділяється на два якісні види — моністичний та дуальний (рис. 2).

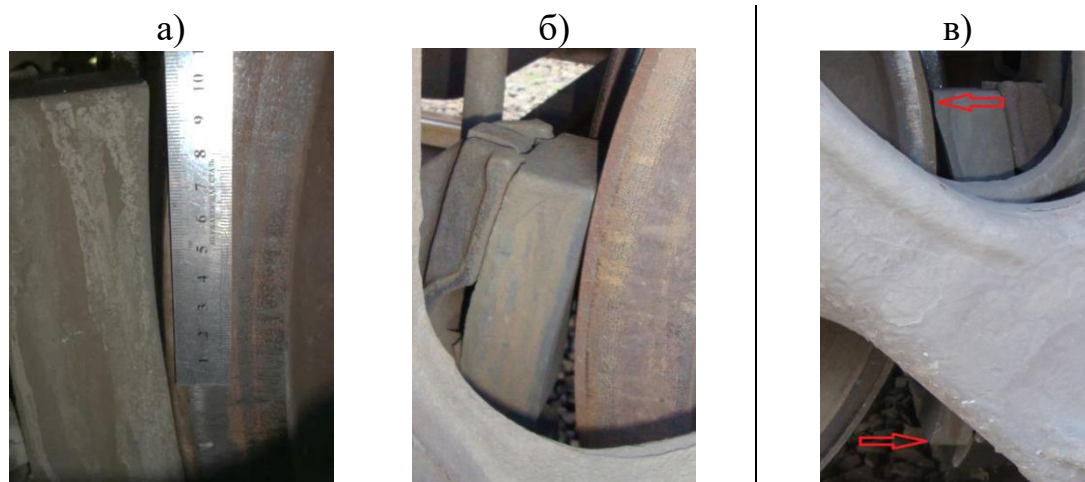


Рис. 2. Вигляд клинодуального зносу гальмових колодок в умовах експлуатації вагонів:

а) – за вимірювання довжини шкідливого зносу; б) – за впирання її в поверхню кочення; в) – ненормативний зазор між колодкою і колесом

Клинодуальний знос композиційних гальмових колодок виникає під час руху вантажних вагонів. У більшості візків за попуцених гальм колодки схилені та впираються своїми верхніми краями у поверхні кочення коліс і здійснюють шкідливе тертя. При цьому на колодках утворюються дві площини фрикційного зносу: верхня на якій колодка стирається кососиметрично, під час руху вагонів без гальмування, досить інтенсивно у залежності від швидкості; нижня — якою здійснюється гальмування.

#### **Висновок.**

За результатами обстежень гальмових систем вантажних вагонів на полігоні пункту технічного обслуговування накопичено достатню кількість статистичного матеріалу про технічний стан гальмових колодок, який сформовано у розроблених відомостях та побудовано графічні залежності. Виконувалися дослідження щодо вимірювань параметрів елементів гальмових важільних передач візків для різних типів і пробігів вантажних вагонів. Розроблено класифікацію видів і типів зносу колодок й встановлено основні причини їх виникнення. Це дозволить розробити заходи щодо запобігання виникнення такого негативного явища, як клинодуальний знос колодок й створити передумови до визначення напруженого стану елементів важільних передач візків, що дасть змогу повноцінно використовувати ресурс композиційних гальмових колодок на увесь міжремонтний термін експлуатації вантажних вагонів.

[1] Інструкція з ремонту гальмівного обладнання вагонів [Текст] : ЦВ – ЦЛ – 0013. – Затв. нак. Укрзалізниці №312–Ц 07.06.01. – Вид. офіц. – Київ : 2002. – 146 с.

[2] Інструкція з експлуатації гальм рухомого складу на залізницях України : [Текст] : ЦТ-ЦВ-ЦЛ-0015 : – Затв. нак. Укрзалізниці від 28.10.1997. № 264-Ц. – Київ : 2004. – 146 с.

[3] Устройство по равномерному износу тормозных колодок. / М 1180.000 / Технические условия // – 6 с.

[4] Інструкція оглядачу вагонів [Текст] : ЦВ-0043: Затв. нак. Укрзалізниці №737-Ц від 28.12.01. – Вид. офіц. – Київ : 2002. – 186 с.

[5] Колісні пари вантажних вагонів. Правила технічного обслуговування, ремонту та формування [Текст] : СТП 04-001:2015 : – Затв. нак. Укрзалізниці №359 –Ц 25.04.15. – Вид. офіц. – Київ : 2015. – 138 с.

**УДК 656.212.5**

**ЗАСТОСУВАННЯ ХРОМАТИЧНИХ КАРТ ДЛЯ АНАЛІЗУ  
НЕРІВНОМІРНОСТІ ОБРОБКИ ВАНТАЖІВ ПРИ  
МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ**

**APPLICATION OF CHROMATIC MAPS TO ANALYZE THE  
UNEVENNESS OF CARGO HANDLING DURING MULTIMODAL  
TRANSPORTATION**

*д-р техн. наук В.К. Мироненко<sup>1</sup>, магістрант І.О. Усов<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup> Державний університет інфраструктури та технологій (м. Київ)*

*<sup>2</sup> Український державний університет залізничного транспорту, (м. Харків)*

*V.K. Myronenko<sup>1</sup>, Dr. (Tech.), I O. Usov<sup>2</sup>, undergraduate*

*<sup>1</sup>State University of Infrastructure and Technologies (Kyiv)*

*<sup>2</sup>Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

The analysis of many scientific works devoted to the issues of rational loading of transport infrastructure during multimodal transportation showed that a significant part of them is aimed at solving the issue of regulating the movement of wagons at stations, taking into account the minimization of downtimes and increasing throughput. For cargo stations, methods of operative dispatching influence on the loading of station facilities were mainly proposed, and at places of non-public use – adjustment of the technology of interaction with the connecting stations that serve them. Joint work of freight stations and places of non-general use was considered from the standpoint of maximum loading and unloading capacity at loading points. In modern conditions, it is necessary to take into account the capabilities of the infrastructure to process the growing volumes of freight and wagon flows, and with the random nature of the arrival of wagons at stations and their processing at loading points.

In order to ensure the competitiveness of the railway, sufficient capacity reserves of both railway sections and railway stations are required [1, 2]. Similar models are usually used to evaluate the popularity of sites and Internet applications, the level of loading of supply channels, medical information systems, as well as in geography, medicine, biology.

In general, the application of a chromatic map for a transport object can be represented by an expression

$$T_{\kappa} = \left\{ \begin{array}{l} M(p_1, p_2, \dots, p_n) \\ grad M \\ D_p^M \end{array} \right\}, \quad (1)$$

where  $p_1, p_2, \dots, p_n$  – indicators of transshipment of goods for the accounting period;

$M(p_1, p_2, \dots, p_n)$  – an array of indicator data;

$grad M$  – intensity gradient of array indicators;

$D_p^M$  – overlap distance (clustering of «distances» between array values).

The application of this model in the analysis of indicators of cargo transshipment from rail transport to sea transport will make it possible to visually assess the dynamics of transshipment over the past years (Fig. 1).

months years	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2021	925,9	718,1	1143,3	1268,0	1420,3	1570,3	1759,7	2211,0	2267,7	2286,6	2173,2	1153,6
2020	856,3	934,0	1158,0	1305,9	1404,1	1403,2	1792,4	2082,4	2354,9	2354,9	2510,6	1304,8
2019	983,5	937,3	1216,9	1369,7	1431,3	1691,6	1876,5	2005,4	2293,0	2433,8	2272,9	1602,0
2018	781,0	751,3	856,8	1039,7	1287,8	1369,2	1533,8	1796,0	2043,2	1993,7	1812,5	1211,4
2017	435,3	678,6	793,3	942,0	985,3	1167,1	1265,3	1502,7	1685,3	1699,4	1671,3	1218,3
2016	596,8	622,7	784,9	870,5	897,2	948,4	1207,8	1388,2	1556,9	1569,9	1569,9	960,0

Figure 1 – Chromatic map of transshipment unevenness of export cargo from railway to sea mode of transport (Chornomorsk seaport), million tons

As can be seen from the chromatic maps of transshipment volumes, there is a significant unevenness in the volume of work of sea ports for exporting goods by month of the year. First of all, this is related to the specialization of ports by cargo nomenclature, which, in turn, leads to the appearance of a seasonality factor in the volume of receipts. For example, seaports with a significant share of transshipment made up of grain cargoes have the largest loading during the harvest period and until the end of the year, and ports specialized in non-seasonal cargoes have more uniform export volumes throughout the year.

Thus, as a result of the processing of statistical data and the construction of chromatic map models, variation and analytical selection or replacement within the scope of the relevant port stations for sea ports is possible.

[1] Bessaid A., Bechar H., Fellah M. K. Image analysis and pattern recognitions tools in map interpretation. *Electronic Journal "Technical Acoustics"*. URL: <http://www.ejta.org>. 2003, № 15.

[2] Canny J. A Computational Approach to Edge Detection. *IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. 1986. Vol. PAMI-8, № 6. P. 679–698.

# IMPROVING THE TRACTION PROPERTIES OF ELECTRIC LOCOMOTIVES THROUGH THE APPLICATION OF CAPACITIVE ENERGY STORES

*V.P. Nerubatskyi, PhD (Tech.), D.A. Hordiienko, Postgraduate,  
H.A. Khoruzhevskyi, Postgraduate  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

The maximum traction force of modern locomotives is usually limited by the conditions of wheel-rail coupling, therefore the critical mass of the train is determined based on the dependence of the coupling coefficient. On most load-intensive routes, the clutch load of locomotives is approaching the limit. A decrease in the coupling coefficient below the calculated value on such sections often leads to train stops on the climbs and, accordingly, to a violation of the train schedule [1, 2].

At the same time, the realization of the potential coupling coefficient is influenced by the design features of the locomotive, such as the difference in the characteristics of the traction electric motors and the diameters of the wheel pairs, the connection scheme of the traction electric motors, the rigidity of the traction characteristics, etc. [3, 4]. Therefore, improving the design of locomotives is of great importance for railway transport, aimed at the maximum possible use of their traction properties, which makes it possible to increase the stability of the implementation of the traction force and, due to this, reduce the number of cases of train stops on climbs with unfavorable coupling conditions [5, 6].

Schemes with rigid characteristics used on electric locomotives have disadvantages, the main of which is a significant spread of currents in parallel branches of traction electric motors. For this reason, the use of a drive with high stiffness of traction characteristics is difficult to implement without the use of devices for leveling the loads, which greatly complicates the scheme of the electric locomotive. Therefore, it is desirable that in the absence of skidding, the characteristics of traction electric motors should be soft, and when the clutch breaks, the stiffness of the characteristics increases.

The control system that ensures the transition to a rigid characteristic should be as simple as possible so as not to reduce the reliability of the electric locomotive as a whole. At the same time, a high speed of transition to rigid characteristics should be ensured. In order to improve the anti-skid properties of series-excitation traction electric motors, while maintaining its soft characteristics, it is suggested to connect a large-capacity energy storage capacitor parallel to the excitation winding of each traction electric motor, as shown in Fig. 1.

In the stable mode, when the armature current  $I$  does not change, the voltages on the excitation winding  $L_{ew}$  and on the energy storage device  $C_{es}$  are the same. There is no supply current  $I_{es}$ , therefore the excitation current  $I_{ew}$  is equal to the armature current  $I$ , as in the case of series excitation. At the same time, the energy storage does not affect the characteristics of the traction electric motor and it remains soft.

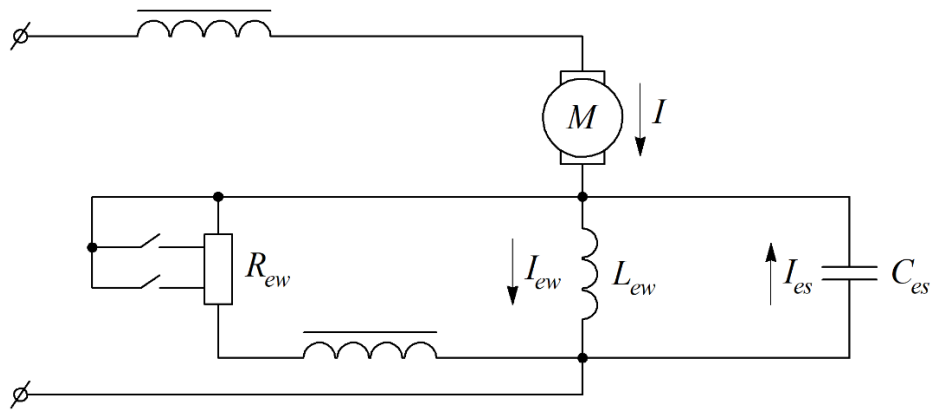


Fig. 1. The scheme of connecting the energy storage device to the excitation winding

When a pair of wheels breaks down due to skidding, its rotation frequency increases. Accordingly, the electromotive force of the motor increases and the current flowing through the windings decreases. At the same time, the voltage drop on the excitation winding becomes less than the voltage on the energy storage. The accumulator begins to discharge through the excitation winding, preventing the excitation current from decreasing. This ensures an increase in the stiffness of the traction characteristic and a short-term reset of the traction force of the traction electric motor, due to which skidding is eliminated at the very beginning. At the same time, there is no need for additional sensors and switching devices to suppress the skidding that began by switching to a rigid characteristic, and high speed of the circuit is ensured.

Due to the fact that the transition to a rigid characteristic occurs only during slippage, the spread of currents of parallel-connected traction electric motors in the absence of slippage will remain the same as with series excitation. Thus, the scheme with the energy storage does not require the use of load balancing devices.

Thus, energy storage devices have a significant potential for use in railway transport. The increase in resistance of the electric locomotive to skidding, caused by the use of the proposed scheme, leads to a decrease in the values of the generalized indicators of slippage of wheel pairs and sand consumption, which reduces the loading of the electric locomotive on the clutch. This, in turn, leads to a reduction in the damage of traction drive elements, to a reduction in tire wear of wheel pairs and, accordingly, to a reduction in the destruction of the rail track.

- [1] Ishrat T., Ledwich G., Vilathgamuwa M., Borghesani P. Wheel slip control based on traction force estimation of electric locomotives. *2016 Australasian Universities Power Engineering Conference (AUPEC)*. 2016. P. 1–6. DOI: 10.1109/AUPEC.2016.7749331.
- [2] Nerubatskyi V. P., Plakhtii O. A., Hordiienko D. A., Syniavskyi A. V., Philipjeva M. V. Use of modern technologies in the problems of automation of data collection in intellectual power supply systems. *Modern engineering and innovative technologies*. 2022. Issue 19. Part 1. P. 38–51. DOI: 10.30890/2567-5273.2022-19-01-058.
- [3] Nerubatskyi V., Plakhtii O., Hordiienko D., Podnebenna S. Synthesis of a regulator recuperation mode a DC electric drive by creating a process of finite duration. *2021 IEEE 3rd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON)*. 2021. P. 272–277. DOI: 10.1109/UKRCON53503.2021.9575792.
- [4] Zhang T., Wang Z. The Approximation of the Train Resistance Based on Improved PSO-RBF. *2020 Chinese Control And Decision Conference (CCDC)*. 2020. P. 1726–1731. DOI: 10.1109/CCDC49329.2020.9164359.
- [5] Jia C., Xu H., Wang L. High Speed Train Modeling Based on Traction Motor Model. *2018 37th Chinese Control Conference (CCC)*. 2018. P. 1798–1803. DOI: 10.23919/ChiCC.2018.8482725.
- [6] Ishrat T., Ledwich G., Vilathgamuwa M., Borghesani P. Identification scheme of maximum traction force using recursive least square for traction control in electric locomotives. *2017 IEEE 12th International Conference on Power Electronics and Drive Systems (PEDS)*. 2017. P. 1120–1125. DOI: 10.1109/PEDS.2017.8289141.



**РОЗРОБЛЕННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ СЕРВІСУ  
ЛОКОМОТИВІВ НА ПОЛІГОНІ ОДЕСЬКОЇ ЗАЛІЗНИЦІ**

**DEVELOPMENT OF RECOMMENDATIONS FOR THE  
IMPLEMENTATION OF LOCOMOTIVE SERVICE AT THE ODESSA  
RAILWAY FIELD**

*к.т.н. О.М. Обозний, магістрант А.Г. Бронський  
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*PhD (Tech.) O.M. Obozny, master A.G. Bronskyi  
Ukrainian state university of railway transport (Kharkiv)*

Залізниця є одним із основних видів транспорту, що забезпечують понад 70% вантажних перевезень. Від ефективної експлуатації локомотивів багато в чому залежить ефективна робота залізничного транспорту загалом.

У процесі багаторічної практики експлуатації рухомого складу, широкого поширення набула планово-попереджувальна система технічного обслуговування та ремонту локомотивів. Плановою вона називається тому, що терміни постановки тягового рухомого складу на огляди та ремонти плануються, а попереджувальною – оскільки спрямована, головним чином, на попередження виникнення несправностей.

Технічне обслуговування всіх видів (ТО-1, ТО-2, ТО-3) складає 57% від сумарного часу простою локомотивів, а планові поточні ремонти (ПР-1, ПР-2, ПР-3) становлять 22%, непланові ремонти становлять 21% [1, 2].

Сервісна система ТО і ПР локомотивів передбачає підтримку їх справного стану заводом-виробником або його представником на етапі експлуатації. Існує світова тенденція переходу на сервіс локомотивів. У локомотивному комплексі першими були компанії General Electric, Alstom, Siemens [3].

Поряд з явними перевагами, при впровадженні сервісного ТО і ПР з'являються проблеми, що раніше не існували, технічного, технологічного та юридичного характеру. Перехід на сервіс вимагає вирішення проблем, що виникають, науковим їх опрацюванням, у тому числі об'єктивний контроль технічного стану локомотивів.

Слід наголосити на тому, що сервіс реалізується не замість планово-попереджувального ремонту, а додатково до нього. Створюється нова система управління надійністю, де головним показником поряд з інтенсивністю відмов стає обсяг та вартість надциклових робіт ТО і ПР. Ефект досягається рахунок скорочення кількості відмов і непланових заходів у депо.

Застосування сучасних локомотивів, що мають значний запас ходу, дозволяє здійснювати тягу поїздів без відчіплення локомотива на відстані, що

перевищують довжину дистанцій колії та окремих залізниць, скорочуючи час у дорозі за рахунок виключення зміни локомотива на межі ділянки обігу. Це призвело до появи полігонної системи експлуатації локомотива, при якій локомотиви обертаються без відчеплення від поїзда на полігоні, що об'єднує декілька ділянок обертання, а ТО і ПР здійснюється за досягнення локомотивом нормативного пробігу в найближчому сервісному підрозділі.

Для полігону Одеської залізниці було запропоновано розташування сервісних центрів на базі ремонтних локомотивних депо з урахуванням технічного оснащення та можливості виконання ТО та ПР певних серій локомотивів.

Для сервісних локомотивних депо (СДЛ) введення подібної схеми експлуатації призвело до необхідності постійного оперативного коригування програми ремонту для кожного сервісного підрозділу в умовах неможливості своєчасного виявлення відмови, що зароджується, традиційними методами а також розмиванню відповідальності за технічний стан локомотива між усіма СДЛ, що виконують поточний ремонт локомотива на даному полігоні. Найбільш швидким та ефективним способом вирішення даної проблеми є створення для полігону єдиного інформаційного простору, що містить актуальну інформацію про проведені ремонти та технічний стан кожного локомотива.

[1] Гапанович, В.А. Система адаптивного управління техническим содержанием инфраструктуры железнодорожного транспорта (проект УРРАН) / В.А. Гапанович, И.Б. Шубинский, Е.Н. Розенберг, А.М. Замышляев // Надежность. – 2015. – № 2 (53). – С. 4 – 11.

[2] Тартаковский, Э.Д. Основы автоматизации технического обслуживания, диагностирования и ремонта локомотивов / Э.Д. Тартаковский – Харьков : ХИИТ, 1987. – 72 с.

[3] GE to establish locomotive service centre in Indonesia. Режим доступу: <https://www.railjournal.com/locomotives/ge-to-establish-locomotive-service-centre-in-indonesia/> (Дата звернення: 11.11.2022)

**УДК 629.4.083**

## **РОЗРОБЛЕННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ З УДОСКОНАЛЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА РЕМОНТУ ЛОКОМОТИВІВ**

### **DEVELOPMENT OF RECOMMENDATIONS FOR IMPROVING THE OPERATION AND REPAIR OF LOCOMOTIVES**

*к.т.н. О.М. Обозний, магістранти О.М. Феденко,  
В.В. Левицький, О.В. Лінчевський*

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

*PhD (Tech.) O.M. Obozny, masters O.M. Fedenko,  
V.V. Levytskyi, O.V. Linchevskyi  
Ukrainian state university of railway transport (Kharkiv)*

Розвиток залізничного транспорту завжди був нерозривно пов'язаний із розвитком промисловості. Розвиток локомотивного та локомотиворемонтного комплексів є одним із основних у розвитку залізничного транспорту, в тому числі в галузі технічного обслуговування (ТО) та поточного ремонту (ПР), діагностування та експлуатації.

На даний час при технічному обслуговуванні та ремонті мають місце перепростої локомотива через очікування комплектуючих для виконання непланового ремонту внаслідок відмови.

Головним джерелом інформації про технічний стан локомотивів в експлуатації є бортовий рукописний журнал форми ТУ-152, у якому машиніст фіксує суб'єктивні зауваження по роботі локомотива. У разі створення електронної версії бортового журналу (при наявності бортового комп'ютера в кабіні) – це буде ще один (суб'єктивний) вид автоматизованої системи технічної діагностики [1].

Друге не менш важливе джерело інформації – це результати візуального приймання локомотива на технічному обслуговуванні або ремонті, при якому фіксується як комплектність локомотива, так і зовнішні ознаки відмов: течі мастила, наявність тріщин, підгарів, інші візуальні ознаки відмов.

Інформація в обох випадках формується в депо в момент заходу локомотива на ТО або ПР. Таким чином, у разі виявлення відмов, що вимагають використання комплектуючих або навіть заміни обладнання, може виникнути пауза через відсутність перехідного обладнання та товарно-матеріальних цінностей на складі. Це, у свою чергу, призведе до перепростою локомотива у депо.

Поряд із переліченими джерелами інформації також використовуються дані про показники експлуатації локомотива, насамперед – пробіг, маса поїзда та ін. Наявність відмов перевізного процесу (запізнення поїзда, виклик допоміжного локомотива, необхідність зняття локомотива для виконання непланового ремонту (НР) та ін.) фіксуються в інформаційній системі. Обидва джерела інформації побічно можуть вказувати на відмову, проте носять суб'єктивний і не точний характер [2].

Таким чином, за відсутності автоматизованої системи технічного діагностування (АСТД) основна інформація про технічний стан локомотива визначається під час його заходу в депо, планування ТО і ПР носить оперативний характер, що призводить до оперативного (без попереднього планування) управління ресурсами: трудовими, складом, інструментом, обладнанням та інфраструктурою депо. Імовірність виникнення дефіциту одного або декількох ресурсів призводить до перепростою локомотива в очікуванні ресурсів для ремонту.

Наявність бортових АСТД дозволить визначити наявність передвідмовних станів до заходу локомотива в депо. Під передвідмовним станом розуміється працездатний стан локомотива з наявністю несправності чи тренду до виникнення несправності (ризик відмови). Несправність або тренд до появи несправності можуть показати деповські переносні або стаціонарні АСТД під час попереднього обслуговування [3].

В результаті з'явиться можливість заздалегідь замовити необхідні для виконання ремонту ресурси, скоротивши тим самим втрати від перепростою локомотива. Таким чином, застосування АСТД дозволяє скоротити час простою локомотива в депо завдяки скороченню очікування комплектуючих та інших ресурсів. Внаслідок скорочення часу ТО і ПР вивільняється парк локомотивів, що дозволить удосконалити експлуатаційний процес.

[1] Тартаковський Е. Д., Устенко О. В., Крашенінін О. С., Обозний О. М. Оцінка показників ТО при подовженні терміну експлуатації ТРС по наробці. Зб. наук. пр. Укр. держ. акад. залізнич. трансп. Харків, 2012. Вип. 132. С. 5–11.

[2] Тартаковский Э.Д., Грищенко С.Г., Калабухин Ю.Е., Фалендыш А.П. Методы оценки жизненного цикла тягового подвижного состава железных дорог: монография. Луганск: Изд-во «Ноулидж», 2011. 174 с.

[3] Horst C. Handbook of Technical Diagnostics: Fundamentals and Application to Structures and Systems Softcover reprint of the original 1st ed. Springer, 2013. 575 p.

**УДК 621.321.**

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ДІАГНОСТИКИ КОНТАКТНОЇ МЕРЕЖІ ЕЛЕКТРИФІКОВАНИХ ЗАЛІЗНИЦЬ.**

### **IMPROVEMENT OF DIAGNOSTICS OF THE CONTACT NETWORK OF ELECTRIFIED RAILWAYS.**

*Д.т.н. В.Г. Сиченко, О.В. Крихта*

*Філія “Центр діагностики залізничної інфраструктури” АТ Укрзалізниця*

*D.t.s. V.G. Sychenko, O.V. Krykhta*

*Branch "Railway Infrastructure Diagnostics Center" JSC Ukrzaliznytsia*

Діагностика контактної мережі виконується з метою підтримання сталості її характеристик для забезпечення безперебійного та надійного струмознімання і являється, таким чином, важливою складовою безпеки руху поїздів. На сьогоднішній день діагностика виконується вагонами-лабораторіями контактної мережі (ВВКМ) з максимальною швидкістю руху до 140 км/год. Оцінка бальності контактної мережі здійснюється згідно додатку 11 до “Правил улаштування та технічного обслуговування контактної мережі електрифікованих залізниць” ЦЕ-0023. Впровадження на теренах України швидкісного руху та поступ до європейської спільноти, вимагає удосконалення, як нормативного забезпечення, так і технічних засобів діагностики контактної мережі.

Аналіз існуючих технічних рішень провідних європейських виробників діагностичних засобів контактної мережі дозволив сформувавши перелік характеристик, які повинен забезпечувати сучасний ВВКМ для моніторингу стану контактної мережі на електрифікованих залізницях України:

- Безконтактне вимірювання висоти підвішування контактного проводу над рівнем головки рейок в діапазоні висот 5400-6900 мм з похибкою вимірювання не більше  $\pm 10$  мм з урахуванням бокових переміщень кузова вагону.

- Безконтактне вимірювання положення контактних проводів у плані (зигзаг, винос) при кількості проводів від 1 до 4-х в діапазоні (по відношенню до осі колії) від -700 до + 700 мм з похибкою вимірювання не більше  $\pm 10$  мм з урахуванням бокових переміщень кузова вагону.

- Безконтактне вимірювання висоти основних стрижнів фіксаторів відносно контактного проводу в діапазоні від 200 до 600 мм з похибкою не більше  $\pm 5\%$ .

- Безконтактне вимірювання ухилу контактного проводу та порівняння його з нормативним значенням.

- Безконтактне вимірювання зносу контактних проводів при їх кількості від 1 до 4-х з похибкою вимірювання поперечного перерізу не більше  $\pm 3\%$  в діапазоні поперечних площ перетинів  $(1-0,5)S_n$ , де  $S_n$  - номінальна повна площа перетину проводу.

- Вимірювання напруги в контактній мережі з похибкою не більше  $\pm 2\%$ .

- Безконтактне вимірювання габаритів опор контактної мережі з похибкою не більше  $\pm 2\%$ .

- Безконтактне вимірювання температури струмоведучих частин контактної мережі з реєстрацією місць підвищеного нагрівання.

- Вимірювання температури зовнішнього повітря від  $-50^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$  з похибкою не більше 1 градуса.

- Автоматичне вимірювання в процесі руху натискання струмоприймача на контактний провід в діапазоні 0-400 Н з похибкою вимірювання не більше  $\pm 5\%$ .

- Автоматичне вимірювання в процесі руху вертикального прискорення струмоприймача.

- Вимірювання швидкості руху в межах 0-200 км/год з похибкою  $\pm 1\%$ .

- Допусковий двохпозиційний контроль підхватів гілок контактного проводу, що відходять на анкеровку, і фіксаторів.

- Реєстрація ударів по струмоприймачу в діапазоні прискорення від 1 до 50 G.

- Реєстрація відривів полозу струмоприймача від контактного проводу за результатами падіння вимірюваної напруги контактної мережі на час більше 30 мс, або іншим способом.

- Безконтактне вимірювання відносно робочого контактного проводу висоти та відхилення в плані проводів, що відходять (анкерні гілки, повітряні стрілки).

- Безконтактний контроль положення по висоті додаткових стрижнів фіксаторів відносно контактного проводу.

- Безконтактна діагностика ізоляції контактної мережі.

- Ручне введення назви дільниці та початкових координат початку вимірювання та автоматична прив'язка до місця вимірювання (по номерах опор і шляху, що пройдений).

- Автоматична відмітка ключових та анкерних опор, проміжних опор в процесі руху.

- Відлік часу: години, хвилини, секунди, реєстрація дати та часу проведення вимірювання.

- Вимірювання пройденої колії.

- Реєстрація відхилень стану контактної мережі, які можна спостерігати оператором візуально із наглядової кабіни, за допомогою спеціального пульта із квазісенсорним управлінням, який має вісім клавіш з найменуванням об'єктів та відхилень.

Запропоновані технічні вимоги до ВВКМ гармонізовані з європейськими нормами: EN 50317 “Застосування на залізницях. Системи струмознімання. Вимоги до вимірювання динамічної взаємодії струмоприймача з контактною підвіскою і їх валідація”, EN 50119 “Застосування на залізницях. Стационарні пристрої. Контактна мережа електричної тяги”, СЕІ ІЕС 60077 “Залізничне обладнання. Електрообладнання для рухомого складу”. При цьому їх реалізація дозволить здійснювати діагностику контактної мережі зі швидкістю до 320 км/год, що значно підвищить гарантовану оцінку стану контактної мережі при швидкісному русі. Всі зазначені виміряні параметри контактної мережі повинні бути автоматично порівняні з нормативними значеннями і зафіксоване їх відхилення від нормативу з прив'язкою до місцевості (перегону, станції, номеру опори). За результатами вимірювань в автоматичному режимі повинна бути здійснена бальна оцінка контактної мережі.

**УДК 621.321.**

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТИКИ  
ЕЛЕКТРОСИЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ ТЯГОВИХ ПІДСТАНЦІЙ  
ЕЛЕКТРИФІКОВАНИХ ЗАЛІЗНИЦЬ.**

**IMPROVING THE EFFICIENCY OF DIAGNOSTIC POWER EQUIPMENT  
OF TRACTION SUBSTATIONS OF ELECTRIFIED RAILWAYS.**

*Д.т.н. В. Г. Сиченко, О. В. Москаленко  
Філія “Центр діагностики залізничної інфраструктури”  
АТ Укрзалізниця ( м. Київ)*

*D.t.s. V. G. Sychenko, O. V. Moskalenko  
Branch "Railway Infrastructure Diagnostics Center" JSC Ukrzaliznytsia (Kyiv)*

Забезпечення стабільного функціонування залізничного транспорту, як ніколи, потребує впровадження інноваційних підходів в експлуатації технічних засобів інфраструктури для підвищення їх ефективного використання. Приймаючи до уваги розпочате впровадження концепції обслуговування обладнання за фактичним станом, діагностування, стає визначальним чинником забезпечення безперебійної та сталої роботи електричного обладнання тягових підстанцій електрифікованих залізниць і

має базуватися на: безперервному моніторингу та технічного контролю стану обладнання; впровадженні нових методів та засобів діагностики; вдосконаленні критеріїв діагностування та методів аналізу отриманої діагностичної інформації; підвищенні точності оцінки фактичного технічного стану обладнання.

Існуюча ж на сьогоднішній день система контролю технічного стану електросилового обладнання тягових підстанцій передбачає проведення технічного обслуговування і ремонту обладнання, які встановлені чинними нормативними документами. При цьому, ремонти та планові обслуговування виконуються частіше, ніж це необхідно, а діагностичні випробування проводяться згідно з розробленим графіком.

Моніторинг стану обладнання тягових підстанцій здійснюється з використанням комплексів “Регіна” морально застарілої модифікації, які на сьогодні виконують тільки функції контролю аварійних режимів та пошуку місця короткого замикання в контактній мережі. В той же час, розроблено нову версію комплексу, яка дозволяє в реальному часі здійснювати наступні завдання моніторингу стану: ізоляції високовольтних вводів; силових трансформаторів: контроль тангенса кута діелектричних втрат, ємності та повної провідності ізоляції, контроль температури та вологості трансформаторної оливи, контроль роботи РПН; моніторинг параметрів елегазових вимикачів з метою визначення поточних параметрів та прогнозованого розрахунку основних технологічних величин.

Діагностика силового обладнання здійснюється на поточний момент згідно вимог діючої інструкції ЦЕ-0045 “Обладнання тягових підстанцій, пунктів живлення і секціонування електрифікованих залізниць. Технічне обслуговування та ремонт. Правила”. Відділом електросилового обладнання Філії “Центр діагностики залізничної інфраструктури” АТ Укрзалізниця при наявному забезпеченні засобами вимірювальної техніки здійснюється контроль наступних показників: опір ізоляції обмоток з визначенням співвідношення  $R_{60}/R_{15}$ , вимірювання опору обмоток постійному струму, вимірювання  $\operatorname{tg} \delta$ , вимірювання струму втрат холостого ходу та короткого замикання, перевірка роботи пристроїв перемикачів та коефіцієнту трансформації, тепловізійний контроль контактних з’єднань, працездатність приладів включення обдуву тягових трансформаторів та визначення групи з’єднань обмоток.

Досвід проведення діагностичних обстежень обладнання показує, що більшість невідповідностей встановленим нормам для силових трансформаторів розподіляється наступним чином (за ступенем значущості): вологість, коефіцієнт абсорбції, опір ізоляції. Простий аналіз показує, що в галузі необхідно посилити контроль за станом трансформаторної оливи, її осушуванням і регенерацією та слід ретельно здійснювати моніторинг стану твердої ізоляції обмоток трансформатора. Звідси, нагальною потребою господарства електрифікації є необхідність проведення хроматографічного аналізу, який дозволяє виявити дефекти трансформатора на ранній стадії їх розвитку, передбачуваний характер дефекту й ступінь наявного пошкодження. Перспективним напрямком є застосування мобільних комплексів

хроматографічного аналізу трансформаторної оливи, що дозволить проводити експрес-оцінку стану трансформаторів та зменшить ймовірність виникнення раптової відмови обладнання.

Також слід звернути увагу, що на сьогоднішній час для діагностики електричного обладнання застосовується пошук та аналіз часткових розрядів в електрообладнанні (відповідно до міжнародного стандарту ІЕС 60270) та виявлення пошкодження обмоток та магнітопроводу в силових трансформаторах, які можуть бути визначені шляхом аналізу частотних характеристик трансформатора.

Аналіз доступних літературних джерел показує, що для підвищення ефективності діагностики електричного обладнання тягових підстанцій необхідно:

- гармонізувати вимоги вітчизняних нормативних документів щодо обсягів діагностичних параметрів та періодичності їх контролю;
- об'єднати системи спостереження та контролю стану в єдиний комплекс з відкритим інтерфейсом для можливості підключення обладнання різних виробників;
- розпочати впровадження сучасних діагностичних засобів, які дозволять прискорити отримання діагностичної інформації з застосуванням нових діагностичних параметрів.



Секція  
ФУНКЦІОНАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ  
ВИГОТОВЛЕННІ ТА ВІДНОВЛЕННІ ДЕТАЛЕЙ  
ТРАНСПОРТНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

UDC 620.22.66.062.124

**PECULARITY RECEIVING OF INSTRUMENTAL MATERIALS  
ULTRADISPERSED MIXES  $Al_2O_3$  WITH ADDED NANOPOWDER SiC**

*M. Rucki<sup>1</sup>, Dr. Eng., A. Kagramanian<sup>2</sup>, PhD (Tech.),  
Zbigniew Krzysiak<sup>3</sup>, Dr hab. inż., V. Nerubatskyi<sup>2</sup>, PhD (Tech.),  
L. Voloshyna<sup>2</sup>, PhD (Tech.), D. Hordiienko<sup>2</sup>, Postgraduate*  
*<sup>1</sup>Kazimierz Pulaski University of Technology and Humanities (Radom)*  
*<sup>2</sup>Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*  
*<sup>3</sup>University of Life Sciences (Lublin, Poland)*

The basis of numerous types of tool ceramics is aluminum oxide [1, 2]. Along with the advantages (high hardness, especially at elevated temperatures, chemical inertness and, accordingly, high wear resistance, unlimited raw materials), oxide ceramics have a number of disadvantages: high brittleness, low resistance to thermal and mechanical shocks. Despite this, materials based on aluminum oxide have found application as a cutting tool for processing high-hard metal alloys and other difficult-to-cut materials [3, 4].

Aluminum oxide sintering is a well-studied process. It occurs under the influence of the following mass transfer mechanisms: viscous flow, plastic deformation, evaporation-condensation, volumetric, grain boundary and surface diffusion. In hot pressing, as a rule, the main mechanisms of compaction of ceramics at the final stage are plastic deformation and diffusion.

The structure of tool ceramics has the following properties: high density of the material, strength of interfacial and grain boundaries, high dispersion and uniform distribution of structural components, the minimum size of defects that can serve as a source of destruction, the absence of fusible components that reduce high-temperature strength, high hardness and resistance to crack propagation. The mechanical characteristics of oxide ceramics are directly related to the average grain size in the material [5].

The conducted studies have shown that in order to obtain  $Al_2O_3$ -SiC cutting inserts with high functionality, it is necessary to optimize the ratio of the phase components of the initial powders and their homogenization during mixing, to mold by hot vacuum pressing by direct transmission of high electric current.

The quality of tool materials intended for blade processing is very significantly affected by the processing of the edges of the plates: grinding and finishing, processing of working chamfers and rounding radii. The use of nanodispersed powders makes it possible to obtain plates with a radius of curvature of 0.5...0.8 mm,

which improves the quality of the treated surface layer and reduces surface roughness.

An important issue of research remains the optimization of cutting parameters when turning various metals and alloys, the search for the most effective area of the developed tool materials. Given the wide range of hard-to-cut, high-hard alloys, in order to determine the optimal field of application of blade tool material, it is advisable to test tool cutting inserts using an accelerated method. To do this, there are a number of techniques for blade tools.

[1] Edy Sutjipto A. G., Hisyam A., Salim N., Ab Rahim M. H., Legowo A., Ani M. H. Development of inert ceramic for industrial application based on ternary phase diagram of potassium oxide-aluminum oxide-silicon dioxide. *2019 Advances in Science and Engineering Technology International Conferences (ASET)*. 2019. DOI: 10.1109/ICASET.2019.8714501.

[2] Shi Y., He H., Zhu W. Finite Element Analysis on Fracture Mechanics of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, AlN and Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>-based Substrates under Thermal Shock Condition. *2020 21st International Conference on Electronic Packaging Technology (ICEPT)*. 2020. DOI: 10.1109/ICEPT50128.2020.9202544.

[3] Krzysiak Z., Gevorkyan E., Nerubatskyi V., Rucki M., Chyshkala V., Caban J., Mazur T. Peculiarities of the phase formation during electroconsolidation of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub> powders mixtures. *Materials*. 2022. Vol. 15, Issue 17. 6073. DOI: 10.3390/ma15176073.

[4] Gevorkyan E. S., Nerubatskyi V. P., Vovk R. V., Morozova O. M., Chyshkala V. O., Gutsalenko Yu. G. Revealing thermomechanical properties of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-C-SiC composites at sintering. *Functional Materials*. 2022. Vol. 29, No. 2. P. 193–201. DOI: 10.15407/fm29.02.193.

[5] Remanufacturing and Advanced Machining Processes for New Materials and Components / E. S. Gevorkyan, M. Rucki, V. P. Nerubatskyi, W. Żurowski, Z. Siemiątkowski, D. Morozow, A. G. Kharatyan. Taylor & Francis, 2022. 204 p. DOI: 10.1201/9781003218654.

**УДК 621.763**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМУВАННЯ І СПІКАННЯ СИНТЕЗОВАНИХ ПОРОШКІВ ZrO<sub>2</sub> З ФТОРИДНИХ РОЗЧИНІВ**

## **STUDY OF FORMATION AND SINTERING OF SYNTHESIZED ZrO<sub>2</sub> POWDERS FROM FLUORIDE SOLUTIONS**

***Е. С. Геворкян<sup>1</sup>, О. М. Морозова<sup>1</sup>, Д. С. Софронов<sup>2</sup>,  
В. П. Нерубацький<sup>1</sup>, В. О. Чижкал<sup>3</sup>, О. М. Лебединський<sup>2</sup>,  
М. Рucki<sup>4</sup>, П. В. Матейченко<sup>2</sup>***

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

<sup>2</sup>Науково-технологічний комплекс “Інститут монокристалів” Національної академії наук України (м. Харків)

<sup>3</sup>Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна (м. Харків)

<sup>4</sup>Kazimierz Pulaski University of Technology and Humanities (Radom, Poland)

***E.S. Gevorkyan<sup>1</sup>, O.M. Morozova<sup>1</sup>, D.S. Sofronov<sup>2</sup>, V.P. Nerubatskyi<sup>1</sup>,  
V.O. Chyshkala<sup>3</sup>, O.M. Lebedynskyi<sup>2</sup>, M. Rucki<sup>4</sup>, P.V. Mateychenko<sup>2</sup>***

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

<sup>2</sup>State Scientific Institution “Institute for Single Crystals” of National Academy of Sciences of Ukraine, (Kharkiv)

<sup>3</sup>V. N. Karazin Kharkiv National University, (Kharkiv)

<sup>4</sup>Kazimierz Pulaski University of Technology and Humanities (Radom, Poland)

Zirconia is characterized by high melting point, low thermal conductivity, high chemical resistance and mechanical strength, heat resistance, high ionic conductivity and biocompatibility. These properties determine the various applications of materials based on zirconium dioxide in fuel cells, catalysts, thermal barrier coatings, and medical implants etc.

The aim of the work is to study the influence of precursor precipitation conditions from fluoride solution on the formation of micro- and nanoparticles of zirconium dioxide and the choice of optimal conditions for obtaining particles for their further use in the production of ceramics.

ZrO<sub>2</sub> nanopowders were synthesized by precipitation from fluoride solutions followed by thermal annealing. The samples were formed by hot pressing in a vacuum chamber using an electric sintering unit, which allows to obtain consolidated ceramic materials, without impurities and with minimal grain growth within a few minutes [2]. The study of the surface morphology of the obtained powders was carried out using a scanning microscope (SEM) JSM-6390LV. Infrared (IR) spectra were obtained on a FTIR spectrophotometer SPECTRUM ONE (Perkin Elmer) in potassium bromide tablets. X-ray diffraction measurements were carried out on a diffractometer with a graphite monochromator on the primary beam (CuK $\alpha$  radiation). Phase identification was carried out using Profex. The density of the sintered sample was determined by the Archimedes method and then converted to relative density  $D_r$  as follows

$$\frac{D_r}{D_m} = D_t \cdot 100\% \quad (1)$$

where  $D_m$  – measured density, g/sm<sup>3</sup>;  $D_t$  – theoretical density, g/sm<sup>3</sup>.

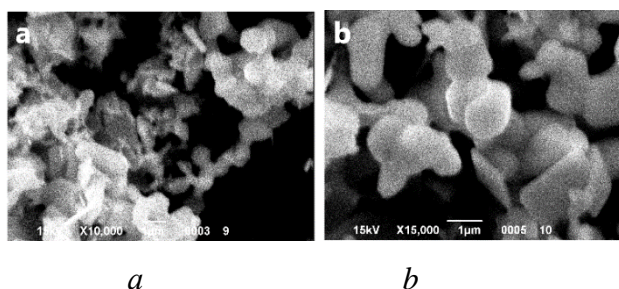


Fig. 1. Microphotographs of ZrO<sub>2</sub> particles obtained after annealing at 800 °C with polyvinyl alcohol admixture at the ratio  $m(\text{Zr}):m(\text{PVC})$ : a - 1:0.1; b - 1:1

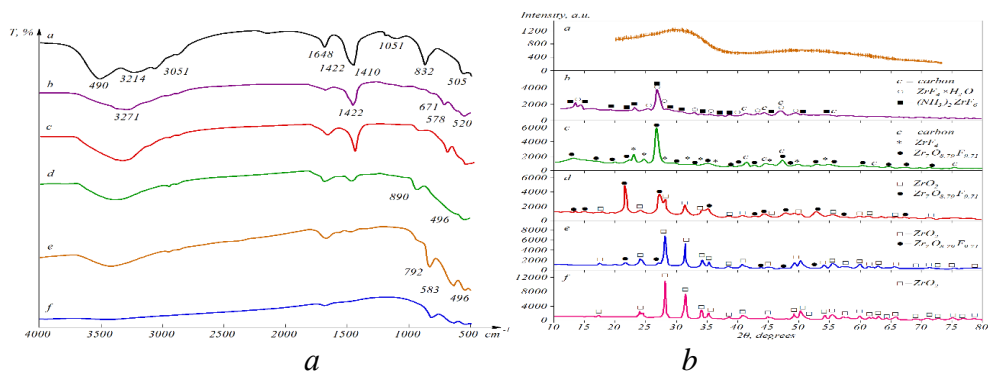


Fig. 2. Infrared spectra (a) and diffractograms (b) of the sample of  $ZrO_2$  precursor, which was obtained by precipitation ( $20\text{ }^\circ\text{C}$ ) with an admixture of polyvinyl alcohol (a), in the process of thermal heating for 1 hour,  $^\circ\text{C}$ : b – 200, c – 300, d – 400, e – 500, f – 600

Fig. 2 represents the results of the particle sintering. It was found that the sintering of particles begins at a temperature of about  $1000\text{ }^\circ\text{C}$ . The sintering process takes place in the temperature range of  $1000\text{...}1500\text{ }^\circ\text{C}$ .

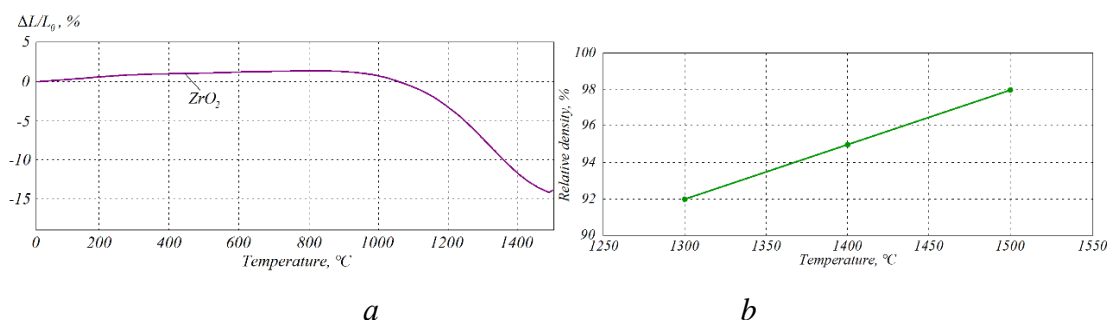


Fig. 3. Dependence of shrinkage during sintering of  $ZrO_2$  particles (a) and relative density of hot-pressed samples of  $ZrO_2$  composition on sintering temperature (b)

To conclude, the preparation of  $ZrO_2$  nanopowders from fluoride solutions by precipitation followed by thermal annealing has been investigated in this work. It was found that the formation of particles is influenced by such factors as synthesis temperature and concentration of components. The most finely dispersed and monodisperse particles are formed from dilute solutions with a zirconium concentration of  $0.02\text{...}0.04\text{ mol/L}$  and a mass ratio of  $mZr:mPVC\ 1:0.1$ . Testing of the method of electroconsolidation for the production of zirconia ceramics showed the possibility of its practical use.

[1] Chyshkala V. O., Lytovchenko S. V., Nerubatskyi V. P., Vovk R. V., Gevorkyan E. S., Morozova O. M. Detection of regularities of  $Y_2Zr_2O_7$  pyrochlor phase formation during the reaction of solid-phase synthesis under different temperature-time conditions. *Functional Materials*. 2022. Vol. 29, Nu. 1. P. 30–38. DOI: 10.15407/fm29.01.30.

[2] Gevorkyan E., Nerubatskyi V., Chyshkala V., Morozova O. Revealing specific features of structure formation in composites based on nanopowders of synthesized zirconium dioxide. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. Vol. 5, No. 12 (113). P. 6–19. DOI: 10.15587/1729-4061.

## ВПЛИВ СКЛАДУ ПОРОУТВОРЮВАЧА НА МОРФОЛОГІЮ І ВЛАСТИВОСТІ ПОРИСТОГО ПОЛІТЕТРАФТОРЕТИЛЕНУ

*к.т.н., доц., О.Б. Калюжний<sup>1</sup>, д.ф.-м.н., проф., В.Я. Платков<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Державний біотехнологічний університет*

*<sup>2</sup>Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

Розвиток автомобільного будівництва України передбачає широке використання матеріалів стійких до агресивних середовищ, у тому числі пористих полімерних матеріалів. Провідною тенденцією в галузі полімерного матеріалознавства є розробка та вивчення пористих матеріалів на основі політетрафторетилену (ПТФЕ). Ідеальний каркас пористого матеріалу повинен мати високопористу структуру із взаємопов'язаною мережею пор.

Метод сольового вилуговування дозволяє формувати пористі структури з регульованим розміром пор та пористістю шляхом зміни дисперсного складу та концентрації пороутворювача [1]. Як пороутворювач, що вилуговується, зазвичай використовується сіль хлориду натрію (NaCl) [2]. Іншим підходом у формуванні порової структури є використання частково газифікованого пороутворювача [3]. В якості такого пороутворювача використовується сіль гідрокарбонату натрію (NaHCO<sub>3</sub>).

Очікується, що суміш пороутворювачів NaCl і NaHCO<sub>3</sub> здатна формувати пористі матеріали з контрольованою поровою структурою, оскільки завдяки частковій газифікації NaHCO<sub>3</sub> формується взаємопов'язана структура пористого каркасу.

У цій роботі була вивчена морфологія та властивості пористого ПТФЕ з пористістю 80%, отриманого методом вилуговування пороутворювача з різним відсотковим співвідношенням солей NaCl та NaHCO<sub>3</sub> (табл.1).

Таблиця 1

Пористі матеріали, які отримані з різним складом пороутворювача

Код матеріалу	Склад пороутворювача
100С	100%NaCl
75С25Н	75% NaCl и 25% NaHCO <sub>3</sub>
50С50Н	50% NaCl и 50% NaHCO <sub>3</sub>
25С75Н	25% NaCl и 75% NaHCO <sub>3</sub>
100Н	100% NaHCO <sub>3</sub>

Встановлено, що склад пороутворювача, що вилуговується, впливає на морфологію і механічні характеристики пористого ПТФЕ. Збільшення вмісту NaHCO<sub>3</sub> у складі пороутворювача веде до зміни морфології пор: пори набувають неправильної форми (рис.1в).

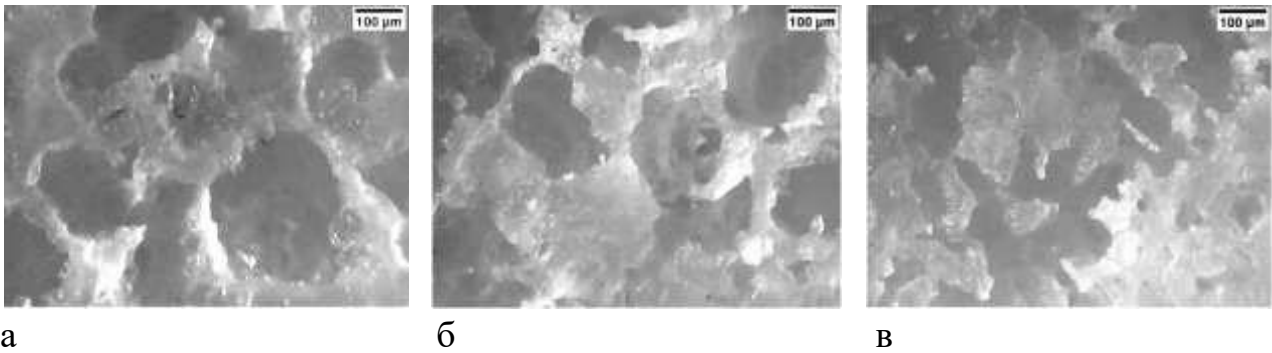


Рис.1. Морфологія порової структури ПТФЕ (пористість 80%):  
а - 100С; б - 75С25Н; в - 100Н.

Матеріал 100С має морфологію з добре розвинуеною поровою структурою в порівнянні з іншими композитами (рис.1а). Тим не менш, додавання до складу пороутворювача 25%  $\text{NaHCO}_3$  призводить до розриву міжпорових перегородок та зростання пов'язаності порової структури (рис. 1б).

Залежності проникності (К) та мікротвердості (H<sub>Sa</sub>) пористих матеріалів з пористістю 80%, які отримані з різним дисперсним складом пороутворювача, представлені на рис. 2.

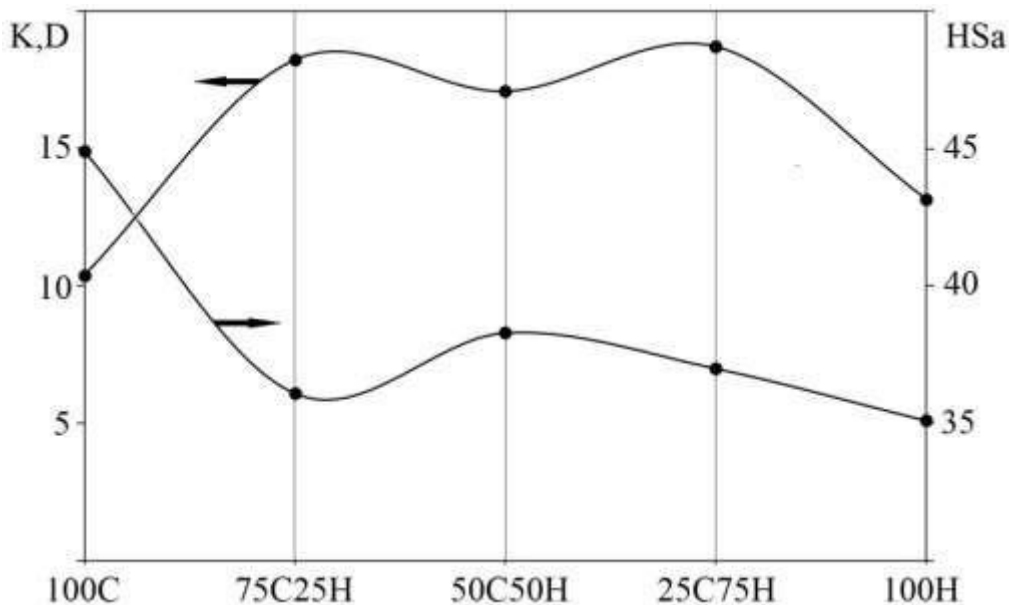


Рис. 2. Проникність та мікротвердість пористих матеріалів (пористість 80%), які отриманих з різним складом пороутворювача

Таким чином, властивості пористого ПТФЕ формуються його поровою структурою, яка, в свою чергу, визначається дисперсним складом пороутворювача.

1. S. Mane, S. Ponrathnam, N. Chavan. *Can. Chem. Trans.* **4**(2), 210 (2016), [DOI:10.13179/canchemtrans.2016.04.02.0304](https://doi.org/10.13179/canchemtrans.2016.04.02.0304).
2. A.B. Kalyuzhny, T.L. Karpova, B.G. Kalyuzhny, V.Ya. Platkov. *Funct. Mater.* **6** (2), 25 (1999).  
O. B. Kaliuzhnyi, V. Ya. Platkov. *Iran. J. Mater. Sci. Eng.* **17** (2), 13 (2020), [DOI: 10.22068/ijmse.17.1.13](https://doi.org/10.22068/ijmse.17.1.13).

УДК. 621.9.047.7.785.5

**МЕХАНІЗМ ФОРМУВАННЯ ПОКРИТТІВ НА ЗАЛІЗОВУГЛЕЦЕВИХ СПЛАВАХ ПІД ВПЛИВОМ ПЕРЕГРІТОЇ ПАРИ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ СОЛЕЙ NaCl ТА ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ**

**THE MECHANISM OF FORMATION OF COATINGS ON IRON-CARBON ALLOYS UNDER THE INFLUENCE OF SUPERHEATED STEAM OF AQUEOUS SOLUTIONS OF NaCl SALTS AND AN ELECTROMAGNETIC FIELD**

*Канд. техн. наук. Г.Л. Комарова  
Магістрант Є.С. Булах*

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

*PhD. A.L.Komarova  
Magistrates E.S. Bulakh*

*Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Розробка енергоматеріаломістких екологічно чистих технологій створення захисних покриттів є актуальним завданням фізичного матеріалознавства. Дослідження термохімічного формування покриттів за допомогою перегрітої пари водних розчинів солей, дозволили розробити технологію (окиселугування) нанесення багат шарових покриттів, що володіють ширшим діапазоном фізичних і триботехнічних властивостей у порівнянні з традиційними покриттями.

Незважаючи на це, ці методи не знаходять належного застосування у промисловості через обмеження температурних параметрів.

До цього часу не розроблені технологічні параметри процесу в діапазоні температур нижче, ніж 600<sup>0</sup>С, що забезпечують підвищення триботехнічних властивостей.

У зв'язку з цим завдання удосконалення процесу окиселугування та масштабне використання його як екологічно чистого, продуктивного, ресурсозберігаючого методу є актуальним.

Наступним етапом у розвитку окиселугування є формування покриттів на поверхні металу за допомогою перегрітих парів водних розчинів солей та електричного поля. Обробка виробів у тліючому розряді чи з допомогою вакуумно-плазмових технологій переконливо доводить, що електричне поле впливає на формування покриття.

У цій роботі досліджено формування покриттів на поверхні залізобуглецевих сплавів під впливом перегрітих парів водних розчинів солей та електричного поля напруженістю (0–10<sup>6</sup>) В/м у діапазоні температур (300–600)<sup>0</sup>С. Насичувальне середовище: повітря, пари води, перегріта пара водного розчину солі NaCl.

Дослідження проводилися на спеціально розробленій експериментальній установці, що складається з печі, системи подачі та виведення водних розчинів солей, циліндричного конденсатора, високовольтного джерела напруги, вольтметра, мікроамперметра, термопар. Електроди циліндричного конденсатора виконані із досліджуваної сталі.

Відомо, що за високих температур у газовому середовищі з'являються іони. Під впливом електричного поля іони, що взаємодіють з поверхнею виробу, можуть збільшувати свою енергію в порівнянні з тепловою, або зменшувати в залежності від полярності електричного потенціалу, поданого на виріб.

Відомо також, що зі збільшенням енергії іонів збільшується швидкість хімічних реакцій. Отже, електричне поле може прискорювати хімічні реакції одних іонів солей на поверхні виробів та уповільнювати хімічні реакції інших. Таким чином, воно може впливати на аналізований технологічний процес.

Метою даної роботи є розробка фізичної моделі та проведення математичного аналізу впливу електричного поля на фізико-хімічні процеси, що відбуваються на кордоні метал-насичувальне середовище.

Формування шару покриття обумовлено фізико-хімічними процесами, що відбуваються в газовому середовищі та оксиді, а також на межах оксид-насичувальне середовище та оксид-залізо.

Для всіх аналізованих насичувальних середовищ швидкість формування покриття лінійно залежить від величини напруженості електричного поля. У середовищі повітря та перегрітої водної пари формування покриттів інтенсифікується в електричному полі.

Насичувальне середовище, яке містить пари води і молекули солі NaCl дуже сильно взаємодіє із залізобуглецевими сплавами і призводить до зменшення товщини покриття, коли відсутнє електричне поле. У присутності електричного поля взаємодія насичувального середовища яке містить солі NaCl із залізобуглецевою сталлю зменшується і починаючи з напруженості електричного поля більше  $1,2 \cdot 10^6$  В/м товщина покриття збільшується.

Збіг теоретичних розрахунків швидкості формування покриття в залежності від напруженості електричного поля з дослідними даними доводить, що розроблена фізична модель та наведені в роботі аналітичні вирази, можуть бути використані при розрахунку технологічного процесу нанесення покриттів на поверхню залізобуглецевих сплавів у перегрітих парах водних розчинів солей під впливом електричного поля.

Проведений аналіз окислення залізобуглецевих сплавів при окислюванні дозволив встановити, що перебіг фізико-хімічних явищ, що використовуються в цьому методі, може бути інтенсифіковано електричним полем.



## ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ ВЛАСТИВОСТЕЙ МЕТАЛУ РЕЙОК, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ ЇХ КОНСТРУКЦІЙНУ МІЦНІСТЬ

### MAIN INDICATORS OF METAL PROPERTIES OF RAILS THAT ENSURE THEIR STRUCTURAL STRENGTH

*д.т.н. І.М. Рибалко, к.т.н. О.В. Тіхонов, А.В. Захаров  
Державний біотехнологічний університет (м. Харків)*

*D.Eng.Sc. I. Rybalko, PhD (Tech.) O. Tihonov, A. Zakharov  
State Biotechnological University (Kharkiv)*

На залізницях України умови експлуатації залізничних рейок значно жорсткіші, ніж в інших країнах світу. Це пояснюється низкою причин, однією з яких є те, що довжина залізничних магістралей збільшилася вдвічі, а вантажообіг у ~200 разів. Тяжкі умови експлуатації рейки на ряді залізниць України призвели до збільшення частки дефектів головки рейок, з яких дефекти КУП становить ~ 46% від загальної кількості відмов. Основними видами дефектів КУП є вищерблини, виколи металу на робочому кружку головки, а також поперечні тріщини в головці та злами від них (дефекти №11.<sup>1-2</sup> та 21.<sup>1-2</sup>) відповідно[1].

Відзначимо той факт, що при роботі в дорозі рейки піддаються вигину та кручення, великим знакозмінним динамічним навантаженням, близькими до ударних, а також високим контактним тиском [2]. Крім того, у рейках виникають великі внутрішні напруження з перепадами. Рейка є одночасно поверхнею катання, несучою опорою і напрямним елементом верхньої будови шляху. Тому він повинен витримувати високі навантаження на вісь колеса рухомого складу в межах 30-35 тс та швидкості руху поїздів у межах 250-300 км/год на високошвидкісних ділянках доріг з метою створення «оксамитового шляху».

Найбільш небезпечним дефектом є крихке руйнування рейки, яке реалізується практично миттєво та супроводжується малим поглинанням енергії. Тому крихка міцність є однією із складових частин забезпечення безпечної роботи рейок колії.

Експлуатаційні та полігонні випробування рейки різного хімічного складу, рівня міцності (твердості), а також вивчення основних видів пошкоджень рейок дефектами КУП дозволили встановити, що забезпечення одних високих механічних властивостей не є достатньою гарантією тривалої та безаварійної експлуатаційної стійкості рейок у дорозі.

У зв'язку з цим рейкам пред'являються спеціальні технічні вимоги під назвою «конструкційна міцність». Вона характеризується працездатністю залізничних колій у дорозі при сукупності таких параметрів: контактна міцність ( $\sigma_k$ ); межа втоми ( $\sigma_{-1}$ ); довговічність ( $N_T$ ); живучість ( $N_J$ ); робота крихкого

руйнування

( $A_p^{-60}$ ); критична площа втомного руйнування ( $S_{кр.}$ ); зносостійкість ( $i$ ) та залишкові напруження ( $\sigma_0$ ).

Контактно-втомна міцність ( $\sigma_k$ ) – це опір рейкового металу накопиченню втомних процесів у голівці рейок під дією динамічних навантажень від коліс рухомого складу.

Довговічність ( $N_T$ ) – число циклів роботи рейок до появи мінімальної мікротріщини площею  $\sim 2 \text{ мм}^2$ .

Живучість ( $N_{ж}$ ) – це властивість рейкового металу зберігати працездатність після утворення тріщини втоми площею  $\sim 2 \text{ мм}^2$  до остаточного руйнування.

Дані показники визначаються:

- хімічним складом рейкової сталі, переважно вмістом вуглецю у межах вимог ТУ (0,71-0,82 %);

- чистотою сталі по неметалевим включенням, в основному силікатними сполуками та наявністю їх розташування в сталі, а також величиною та формою складних карбідів та нітридів типу  $Ti$  та  $V$ ;

- однорідністю та дисперсністю мікроструктури, що складається з сорбіту-трооститу загартування з пластинчастою формою карбідної фази.

Шляхом численних досліджень, проведених на рейковій вуглецевій сталі стандартного складу, було визначено дані параметри конструкційної міцності рейок загартованих з нагріванням ТВЧ та об'ємно загартованих в маслі.

[1] Нормативно-техническая документация. Классификация дефектов рельсов НТД/ЦП-1-93. Каталог дефектов рельсов НТД/ЦП-2-93. Признаки дефектных и острodefekтных рельсов НТД/ЦП-3-93. – [Утв. МПС РФ 1993-03-22]. – М.: Транспорт, 1993. – 56 с

[2] Производство поверхностно-закаленных рельсов с нагрева токами высокой частоты. Технологии производства и упрочнения. Оборудование. Теоретические основы процессов нагрева ТВЧ и охлаждения. Конструкционная прочность. Эксплуатационные испытания. Повреждаемость рельсов в пути. Неразрушающий контроль качества [Текст]: монография / Скобло Т.С., Сапожков В.Е., Сидашенко А.И. – Харьков: ПромАрт, 2018. – 561 с.

**УДК 666.266.6**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВИСОКОМІЦНИХ РАДІОПРОЗОРИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ БРОНЕЗАХИСТУ**

### **RESEARCH OF THE ELECTRICAL PROPERTIES OF HIGHLY STRENGTH RADIO-TRANSPARENT MATERIALS FOR ARMOR PROTECTION**

*К.т.н., м.н.с. С.О. Рябінін<sup>1</sup>,  
к.т.н., асистент Л.В. Волошина<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*НТУ «Харківський політехнічний інститут» (м. Харків)*

<sup>2</sup>*Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*PhD (Tech.), Junior researcher S. Riabinin<sup>1</sup>,*

На сьогодні пріоритетним напрямком розвитку промислового комплексу є створення високоефективних матеріалів для потреб у військовій, машинобудівній, електротехнічній та хімічній галузях. Так, нагальною проблемою є створення прогресивних матеріалів з підвищеною бронестійкістю та жаростійкістю в умовах агресивного середовища; впровадження високотехнологічних матеріалів для забезпечення надійності енергопостачання [1].

Для вирішення вказаних матеріалознавчих задач перспективним є використання склокристалічних матеріалів (ситалів), які відрізняються поєднанням підвищених фізико-хімічних властивостей, технологічності, дешевизною сировинних матеріалів, відносно низькою енергоємністю технологічних процесів, відсутністю екологічних проблем [2].

Важливим аспектом забезпечення захисту сучасних систем озброєння та спеціальної техніки від пошкоджень, викликаних високошвидкісними засобами ураження є забезпечення радіопрозорості бронезахисних конструкцій [3].

Підвищення експлуатаційних властивостей бронеелементів може бути досягнуто шляхом використання в якості основи розроблених ударостійких склокристалічних матеріалів СП-10, на основі алюмосилікатного скла в умовах двостадійної низькотемпературної термічної обробки та сформованих методом шлікерного лиття.

Дослідження структури стекел після термічної обробки дозволило встановити, що для алюмосилікатного скла СП-10 характерним є протікання процесу об'ємної тонкодисперсної кристалізації скла з формуванням основних кристалічних фаз  $\beta$ -сподумену у кількості 80 об. % [4]. Дослідні склокристалічні матеріали характеризуються високими показниками щільність  $\rho = 2,45$ , г/см<sup>3</sup>, ТКЛР  $\alpha \cdot 10^7 = 21,5$  град<sup>-1</sup>, механічних властивостей ( $KCU = 5,0$ , кДж/м<sup>2</sup>,  $E = 320$ , ГПа,  $K_{IC} = 3,40$ , МПа·м<sup>1/2</sup>), електроопору ( $\lg \rho_v = 15$ ;  $\rho_s = 11,5$ ) електричні властивості при  $f = 10^{10}$  Гц;  $T = 20$  °С ( $\text{tg} \delta = 60 \cdot 10^{-4}$   $\epsilon = 4,75$ )

За результатами вимірювання для дослідних матеріалів мінімальне значення  $KСХН_{min} = 1,121$  отримано на резонансній частоті  $f_{res} = 9,42$ , ГГц.

Визначено актуальність створення ударостійких радіопрозорих склокристалічних матеріалів для забезпечення ефективного функціонування радіолокаційних приладів та бортових безпроводних систем зв'язку та навігації в умовах високошвидкісних механічних навантажень. Встановлено перспективність використання алюмосилікатних склокристалічних матеріалів для одержання радіопрозорих бронеелементів.

Розроблено високоміцні склокристалічні матеріали на основі  $\beta$ -сподумену у кількості 80 об. % в умовах низькотемпературної термічної обробки. Встановлено вплив хімічного складу, структури склокристалічних матеріалів та частоти струму на зміну їх діелектричної проникності та тангенсу кута діелектричних втрат. Матеріали відрізняються високими механічними

властивостями, електроопором та радіопрозорістю в широкому діапазоні частот, що дозволяє їх використовувати як захисні конструкції для радіотехнічних засобів.

1. Саввова О.В., Воронов Г.К., Фесенко О.І., Смирнова Ю.О. Високоміцні склокомпозиційні матеріали спеціального призначення : бронестійкі ситали : навч. посібник. Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. 162 с.
2. Брагіна Л. Л. Структура та властивості склокристалічних матеріалів : монографія / Л. Л. Брагіна, О. В. Саввова, О.В. Бабіч, Ю.О. Соболев. Х. : ООО "Компанія СМІТ", 2016. 253 с.
3. Savvova O. Development of glass-ceramic high-strength material for personal armor protection elements / O. Savvova, L. Bragina, G. Voronov, Yu. Sobol, O. Babich, O. Shalygina, M. Kuriakin // Chemistry and chemical technology. 2017. Vol. 11, № 2. P. 214 – 219.
4. Саввова О.В. Розробка ударостійких склокристалічних матеріалів для радіопрозорих бронееlementів / О.В. Саввова, А.Ф. Ляховський, Н.К. Блінова, Г.К. Воронов, С.О. Рябінін, В.Л. Топчий // Питання хімії та хімічної технології, 2019. № 3. С. 151–157.

**УДК 621.791**

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКРИТТІВ, ОТРИМАНИХ ЕЛЕКТРОШЛАКОВОЮ  
НАПЛАВКОЮ СПЛАВУ  $\text{Si}_3\text{N}_4+\text{FeSi}_2+\text{Si}$ , МОДИФІКУЮЧОГО  
МАЛОВУГЛЕЦЕВУ НИЗЬКОЛЕГОВАНУ СТАЛЬ**

**INVESTIGATION OF COATINGS OBTAINED BY ELECTROSLAG  
SOLDERING OF THE ALLOY  $\text{Si}_3\text{N}_4+\text{FeSi}_2+\text{Si}$ , MODIFYING LOW-CARBON  
LOW-ALLOY STEEL**

*д.т.н. О.В. Сайчук<sup>1</sup>, д.т.н. І.М. Рибалко<sup>2</sup>, А.В. Захаров<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Харківський державний професійно-педагогічний фаховий коледж  
імені В.І. Вернадського (м. Харків)*

*<sup>2</sup>Державний біотехнологічний університет (м. Харків)*

*D.Eng.Sc. O. Saychuk<sup>1</sup>, D.Eng.Sc. I. Rybalko<sup>2</sup>, A. Zakharov<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>V.I. Vernadskiy Kharkiv State Professional and Pedagogical Applied College  
(Kharkiv)*

*<sup>2</sup>State Biotechnological University (Kharkiv)*

Вступ. Одним з найбільш ефективних способів підвищення служби деталей машин та механізмів є електрошлакова наплавка із застосуванням легуючих присадок. Способи електрошлакової наплавки з використанням присадок, що легують, знаходять широке застосування для зміцнення деталей машин і механізмів під шаром флюсом. При електрошлаковій наплавці присадковий матеріал розплавляється за рахунок проходу електрода через ванну розплавленого флюсу. Флюс засипається між кристалізатором і деталлю, що наплавляється і подається електрод. У початковий момент між електродом та планкою збуджується електрична дуга, яка розплавляє флюс. В результаті

утворюється електропровідна шлакова ванна, яка шунтує та гасить дугу. При цьому забезпечуються зниження теплових втрат і витрати електроенергії.

Аналіз сучасних наплавних матеріалів, а також способів впливу на процеси формування та кристалізації, структуру та фізико-механічні характеристики покриттів з металів та сплавів дозволив оцінити можливості застосування нових порошкових матеріалів. Перспективним є застосування: 1) матеріалів, що мають субмікроструктурну структуру; 2) композиційних матеріалів з включеннями частинок, що мають високу температуру плавлення. При цьому успішний вибір хімічного складу порошкових легуючих матеріалів покриття при електрошлаковій наплавці дозволяє оптимізувати режим отримання одержуваного шару.

Проблема вивчення особливостей процесу протікання електрошлакового наплавлення покриттів, встановлення залежностей зміни фізико-механічних та експлуатаційних властивостей від вмісту вихідних матеріалів та технологічних параметрів є дуже актуальною.

Мета даної роботи: Дослідження особливостей електрошлакового наплавлення покриттів, легованих сплавом  $\text{Si}_3\text{N}_4+\text{FeSi}_2+\text{Si}$ .

Вивчення та оптимізація процесів кристалізації, регулювання температури розплаву за рахунок введення до складу наплавних матеріалів, що модифікують матеріал покриттів, включаючи підвищення властивостей, дозволить проводити оптимізацію технологій наплавлення покриттів.

Матеріали та методика досліджень. Електрошлакове наплавлення покриттів вироблялося на зразки зі сталі 09Г2С. Як модифікуюче з'єднання використаний порошковий матеріал  $\text{Si}_3\text{N}_4+\text{FeSi}_2+\text{Si}$ , отриманий СВС-синтезом. Мікротвердість сталеві основи (сталі 09Г2С) становила  $\sim 200$  МПа. Мікроструктури напавленого металу покриттів, зони термічного впливу (ЗТВ) та основного металу аналізували за допомогою металографічних мікроскопів "Axio Observer D1m" та "Neophot-32". Вимір твердості напавлених покриттів проводили на приладі Роквелла за ГОСТ 9013-59. Вимірювання мікротвердості напавлених покриттів, металу зони термічного впливу (ЗТВ) та основного металу проводили на мікротвердомірі Leika при навантаженні на індентор 1,0 Н. Мікроаналіз проводили на електронному мікроскопі Philips SEM 515, рентгенофазовий аналіз на ДРОН 3.0. Випробування покриттів на абразивне зношування проводили про нетвердо закріплені абразивні частинки кварцового піску (ГОСТ 23.208).

Результати досліджень та їх обговорення. Режим наплавлення покриття представлений  $I - 500$  А,  $U - 30$  В, виліт електрода – 9 мм. Після наплавлення середні значення твердості металу, напавленого сплавом  $\text{Si}_3\text{N}_4+\text{FeSi}_2+\text{Si}$ , становили близько 55 HRC, зносостійкість ( $K_i$ ) - 2,22. При напавленні матеріал електрода сильно переміщується із матеріалом основи (сталлю). Структура покриття із сплаву «пластина (Ст. 3) + сплав  $\text{Si}_3\text{N}_4+\text{FeSi}_2+\text{Si}$ » представлена

Таким чином, визначення оптимального типу покриття зі сплавом із зміцнювальними фазами проводилося за найбільш високими експлуатаційними властивостями (абразивна зносостійкість). Зміцнення досягається шляхом спрямованого високоенергетичного та модифікуючого впливу тугоплавких

сполук на структуру, фізико-механічні та службові властивості покриттів із сплавів. В процесі електрошлакового наплавлення покриттів вкраплення фаз у металевій матриці призводить до підвищення фізико-механічних та експлуатаційних властивостей одержуваних матеріалів.

Висновки:

1. Досліджено вплив модифікування легуючого порошку  $\text{Si}_3\text{N}_4+\text{FeSi}_2+\text{Si}$  при електрошлаковій наплавці на структуру та властивості покриттів, що наносяться на маловуглецеву низьколеговану сталь 09Г2С.

2. Використання методу електрошлакового наплавлення покриттів, наплавлених з легуючим порошком  $\text{Si}_3\text{N}_4+\text{FeSi}_2+\text{Si}$ , дозволяє підвищувати більше двох разів зносостійкість наплавлених покриттів на поверхню сталі 09Г2С.

1. Латаш Ю.В., Медовар Б.И. Электрошлаковый переплав.-М.: Метал- лургия, 1970.- 240с.
2. Электрошлаковая сварка и наплавка / Под ред. Б.Е.Патона. - М.: Машиностроение, 1980. – 511с.
3. Сушук-Слюсаренко И.И., Лычко И.И., Козулин М.Г. и др. Электрошла- ковая сварка и наплавка в ремонтных работах. – Киев: Наукова думка, 1989. – 192с.

УДК 669.056.9

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ФОРМУВАННЯ БАГАТОШАРОВИХ ПОКРИТТІВ ПАРООКСИДУВАННЯМ ІЗ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ СОЛЕЙ

### STUDY OF THE REGULATORY FORMATION OF MULTILAYER COATINGS BY STEAM OXIDATION FROM AQUEOUS SOLUTIONS OF SALTS

*Д.т.н., проф. Л.А. Тимофеева<sup>1</sup>,  
аспірант І.П. Козловська<sup>1</sup>  
аспірант О.С. Гарбуз<sup>1</sup>*

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

*Dr. Sc. (Tech.), professor L.A. Timofeeva<sup>1</sup>  
post graduate I.P. Kozlovska<sup>1</sup>  
post graduate O.S. Garbuz<sup>1</sup>*

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

У вітчизняному машинобудуванні для виготовлення деталей, які працюють в умовах тертя зношування, широко застосовують як сірий легований чавун із пластинчастим графітом, так і високоміцний чавун із графітом кулястої форми, що відповідають вимогам: висока міцність при достатньому запасі пластичності, підвищена теплопровідність, досить високий модуль пружності, підвищена зносостійкість і гарна припрацьовуваність. Однак при тривалій експлуатації чавунні деталі найчастіше не виробляють свого ресурсу через

відмови за рахунок прискореного зношування поверхні, що в основному викликається утворенням точок схоплювання.

Аналіз відомих методів зміцнення робочої поверхні (азотування, сульфидування, сульфоціанування та ін.) показує, що вони трудомісткі, тривалі, вимагають застосування дефіцитних і шкідливих хімікатів та складного устаткування [1]. Для підвищення триботехнічних характеристик поверхневих шарів у роботі пропонується екологічно більш чистий метод хіміко-термічної обробки — парооксидування. Сутність його в тому, що деталі обробляють у середовищі перегрітої пари при температурі трохи нижче  $A_{H,C}^1$  чавуну. Поверхневий шар, отриманий таким методом, складається з вюститу та магнетиту. Проведені дослідження показали, що деталі, оброблені паром, мають підвищену зносостійкість. Однак коефіцієнт тертя матеріалу з таким покриттям має високі значення: 0,6-0,4 для чавуну с пластинчастим графітом; 0,8-1,0 для високоміцного чавуну [2].

У зв'язку з цим для забезпечення надійної безвідмовної роботи чавунних деталей, що працюють в умовах тертя та зношування, необхідно на поверхні одержати такий шар, який одночасно забезпечував би гарну та швидку припрацьовуваність, низький коефіцієнт тертя і мале зношування, мав здатність добре втримувати масляну плівку та протистояти задирам і схоплюванню.

Усім цим вимогам може задовольняти багатофазний поверхневий шар, у якому присутні як тверді фази, що сприймають високі тиски, так і м'які складові, які сприяють поліпшенню антифрикційних властивостей чавуну. У той же час для гарного видалення продуктів зношування матеріал поверхневого шару повинен бути відносно крихким.

Поверхневий шар з необхідними властивостями може бути отриманий, якщо його формування буде відбуватися в середовищі перегрітої пари водяного розчину водорозчинних солей, зокрема амонію молібденово-кислого.

При підвищеній температурі в контакт з металевою поверхнею відбувається дисоціація розчину та хімічних сполук з утворенням атомарних кисню, сірки, азоту, молібдену. Елементи адсорбуються поверхнею, збільшують зносостійкість і поліпшують припрацьовуваність. Так як основне робоче середовище — перегріта водяна пара, то і температурний режим цього процесу може бути тим же, що і для парооксидування чавуну: нагрівання до  $600^{\circ}\text{C} \pm 20$ , час витримки не повинний бути більш 1 години (за цей час встигає утворитися багатошарове покриття, що містить оксиди, нітриди та сульфіди)[3].

Для встановлення закономірностей формування поверхневого шару у роботі досліджена обробка чавунів (сірого СЧ-ХНМ) і високоміцного з перлітною матрицею паром, отриманим з 20 % водяного розчину амонію молібденово-кислого. Обробку вели протягом 40 хв при  $600^{\circ}\text{C}$ . За цей час утворювався шар товщиною  $\sim 20$  мкм. Формування поверхневого шару відбувалося не тільки на металевій основі, але і по границях графіту як пластинчастого, так і глобулярного, що виходить на поверхню металу без розриву суцільного шару. Така будова забезпечує необхідний комплекс

властивостей чавуну, працюючого в умовах тертя та зношування. У тому випадку, якщо графіт викришується в процесі тертя, починає працювати шар, що сформувався під включеннями, що викришилися. М'які складові згладжують на поверхні нерівності, що утворилися.

Поверхневий шар для чавуну із пластинчастою та кулястою формою графіту складається з декількох підшарів, верхній з яких містить в основному більш м'які складові. Нижній підшар, прилеглий до металевої основи чавуну містить переважно тверді складові. Розподіл хімічних елементів змінюється за товщиною шару. Максимальна концентрація Мо, N, С спостерігається у верхніх шарах. Вказана будова поверхневого шару чавуну забезпечує при низьких значеннях коефіцієнту тертя підвищену зносостійкість і покращену припрацьовуваність [3].

Таким чином, зменшення інтенсивності зношування чавуну може бути досягнуте застосуванням комплексної обробки з дифузійним насиченням поверхні в середовищі водяної пари декількома елементами, у тому числі сіркою, азотом та іншими. При зазначеній обробці формується шар, який містить одночасно м'які і тверді складові, що сприяє поліпшенню припрацьовуваності, зносостійкості та зменшенню коефіцієнта тертя.

1. Timofeeva, L.A/ Surface modification of machine parts made of iron– carbon alloys operating under conditions of friction and wear / L.A. Timofeeva, S.S. Timofeev, A.Y. Dyomin et al. // J. of friction and wear. – 2018. Vol. 39, No. 3, pp. 283–289.

2. Тимофеева Л.А., Устенко О.В., Цап О.І., Волошина Л.В. Підвищення експлуатаційних показників фрикційних клинів шляхом формування покриттів зі спеціальними властивостями//Збірник наукових праць УкрДУЗТ, –Харків: УкрДУЗТ. – 2019. -Випуск 185. – с.88-95. (НБД Index Copernicus)

3. Тимофеева Л. А., Тимофеев С. С., Волошина Л. В., Колесник М. А. Підвищення трибологічних властивостей поверхневого шару чавуну за допомогою оброблення в середовищі перегрітої пари водяного розчину солей. Вісник ХНАДУ, вип. 94, 2021. С.123-127. DOI: 10.30977/BUL.2219-5548.2021.94.0.123

**УДК 669.056.9**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКРИТТІВ МУЛЬТИФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

### **RESEARCH OF MULTIFUNCTIONAL COATINGS**

*Д.т.н., проф. С.С. Тимофеев<sup>1</sup>,  
аспірант М.А. Колесник,<sup>1</sup>*

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

*Dr. Sc. (Tech.), professor S.S. Timofeev<sup>1</sup>  
post graduate M.A. Kolesnyk<sup>1</sup>*

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

В процесі експлуатації поверхні деталей транспортного призначення втрачають свої вихідні експлуатаційні властивості, що веде до виникнення



відмови механізму або системи в цілому. Тому розробка технологій підвищення експлуатаційних властивостей деталей та вузлів прицевійних пар тертя при їх виготовленні та відновленні є актуальною проблемою.

Існуючі технології відновлення властивостей поверхонь тертя згаданих вище механізмів, не задовольняють повністю вимоги до деталей, де незначний знос викликає збій в роботі всього механізму в цілому і навіть системи до якої він конструкційно входить, виконуючи певні функції.

Тому актуальною є розробка нових підходів, які полягають в тому щоб застосовувати термічну обробку і хіміко-термічну обробку в одному технологічному циклі, а також будуть забезпечувати екологічну чистоту технологічного процесу, не потребуватимуть складного обладнання. До таких технологічних процесів відносяться формування багат шарових покриттів на основі окислення [1].

Сутність формування багат шарових покриттів на основі технологічного процесу окислення полягає в тому, що в залежності від умов експлуатації деталей для обробки підбираються солі, до складу яких входять різні хімічні елементи. З цих солей готується водний розчин, який застосовується при проведенні гартування та високого відпуску, для покращення експлуатаційних властивостей поверхневих шарів деталей тертя.

В залежності від хімічного складу солі на поверхні деталей в результаті проведеного процесу окислення утворюються, крім оксидів заліза, також оксиди елементів, що входять до складу солей. Згідно проведеним металографічним та рентгеноструктурним дослідженням зразків, оброблених з застосуванням окислення солями різного хімічного складу, характерною особливістю утворених покриттів є те, що шар покриття, який знаходиться безпосередньо біля матриці основного металу, складається з тих елементів, які містяться в основному металі а також з хімічних елементів які входять до складу соляного розчину. Середній шар покриття містить в своєму складі елементи першого шару і хімічні елементи з насичуючого середовища. Останній шар, поверхневий, містить в своєму складі тільки елементи насичуючого середовища. Наприклад, у високолегованій сталі міститься хром, то оксиди хрому були виявлені у всіх шарах покриття, але найбільша їх концентрація біля матриці основного металу. Якщо до складу солі входить мідь, то в результаті окислення таким розчином, як показав рентгеноструктурний аналіз покриттів, утворюються оксиди шпінельного типу, а також міститься мідь.

Тому, технологічний процес формування багат шарових покриттів на основі окислення дає можливість застосування різних хімічних речовин, які розчинні у воді і використання для формування покриттів заданої структури і з певними властивостями, які визначаються виходячи з умов експлуатації деталей транспортного призначення.

Для підтвердження результатів дослідження, були виготовленні зразки з матеріалів пар тертя масляного шестеренного насосу та прицевійних пар тертя двигунів, та оброблені за наведеною технологією [2, 3]. Зразки пройшли лабораторні та експлуатаційні випробування. Результати випробувань показали,

що припрацювання деталей з такими покриттями відбувається в 2-3 рази швидше, також одержали стабільне значення коефіцієнту тертя на протязі випробувань, температура масла в зоні контакту не змінювалася [4].

До переваг даної технології також віднесемо значне скорочення часу на обробку деталі порівняно з традиційними технологіями ХТО; забезпечення насичення у важкодоступних місцях; відносно невелика собівартість, ресурсозбереження і екологічна чистота, завдяки низькій концентрації насичуючих елементів у розчині.

1. Timofeeva, L.A/ Surface modification of machine parts made of iron– carbon alloys operating under conditions of friction and wear / L.A. Timofeeva, S.S. Timofeev, A.Y. Dyomin et al. // J. of friction and wear. – 2018. Vol. 39, No. 3, pp. 283–289.
2. Тимофеева, Л.А. Визначення технологічних параметрів процесу обробки в залежності від експлуатаційних властивостей покриття / Л.А. Тимофеева, Л.В. Волошина // Вісник НТУ «ХП». Серія нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХП», 2012. – № 66. – С. 20–23.
3. Волошина, Л.В. Визначення та оптимізація параметрів нової технології залежно від заданих властивостей покриття / Л.В. Волошина // Зб. наук. праць УкрДАЗТ. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – Вип. 134. – С. 224–229.
4. Волошина, Л.В. Аналіз технологічних параметрів процесу нанесення зносостійкого покриття / Л.А. Тимофеева, Л.В. Волошина, П.М. Гордієнко // Зб. наук. праць УкрДУЗТ. – Харків: УкрДУЗТ, 2017. – Вип. 170. – С. 13–19.

**УДК 621.729.92**

## **СТРУКТУРА ШТАМПОВОЇ СТАЛІ К390 ПІСЛЯ ОБРОБКИ ЛАЗЕРНИМ ПРОМЕНЕМ**

### **THE STRUCTURE OF COLD-WORK TOOL STEEL K390 AFTER LASER BEAM TREATMENT**

*докт. техн. наук В.Г. Єфременко<sup>1</sup>, PhD И. Петришинец<sup>2</sup>,  
канд. техн. наук В.І. Зурнадзхи<sup>1</sup>, PhD Пухи В.<sup>2</sup>,*

*канд. техн. наук Чабак Ю.Г.<sup>1</sup>, канд. техн. наук Єфременко Б.В.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*«Приазовський державний технічний університет» (м. Маріуполь, Україна)*

<sup>2</sup>*«Інститут матеріалознавства» (м. Кошице, Словаччина)*

*Efremenko V.G., Petryshynets I., Zurnadzhy V.I.,  
Puchy V., Chabak Yu.G., Efremenko B.V.*

<sup>1</sup>*«Pryazovskyi State Technical University» (Mariupol, Ukraine)*

<sup>2</sup>*«Institute of Materials Research» (Kosice, Slovakia)*

В роботі досліджено вплив лазерної обробки на структуру (рис. 1) і твердість порошкової сталі К390 (Buhler), яку використовують для виготовлення штампів холодного штампування [1, 2]. Хімічний склад сталі; 2,3 % С; 0,5 % Si; 4 % Cr; 1,8 % Мо; 8-9 % V; 0,8-1,0 % W; 1-1,5 % Со.

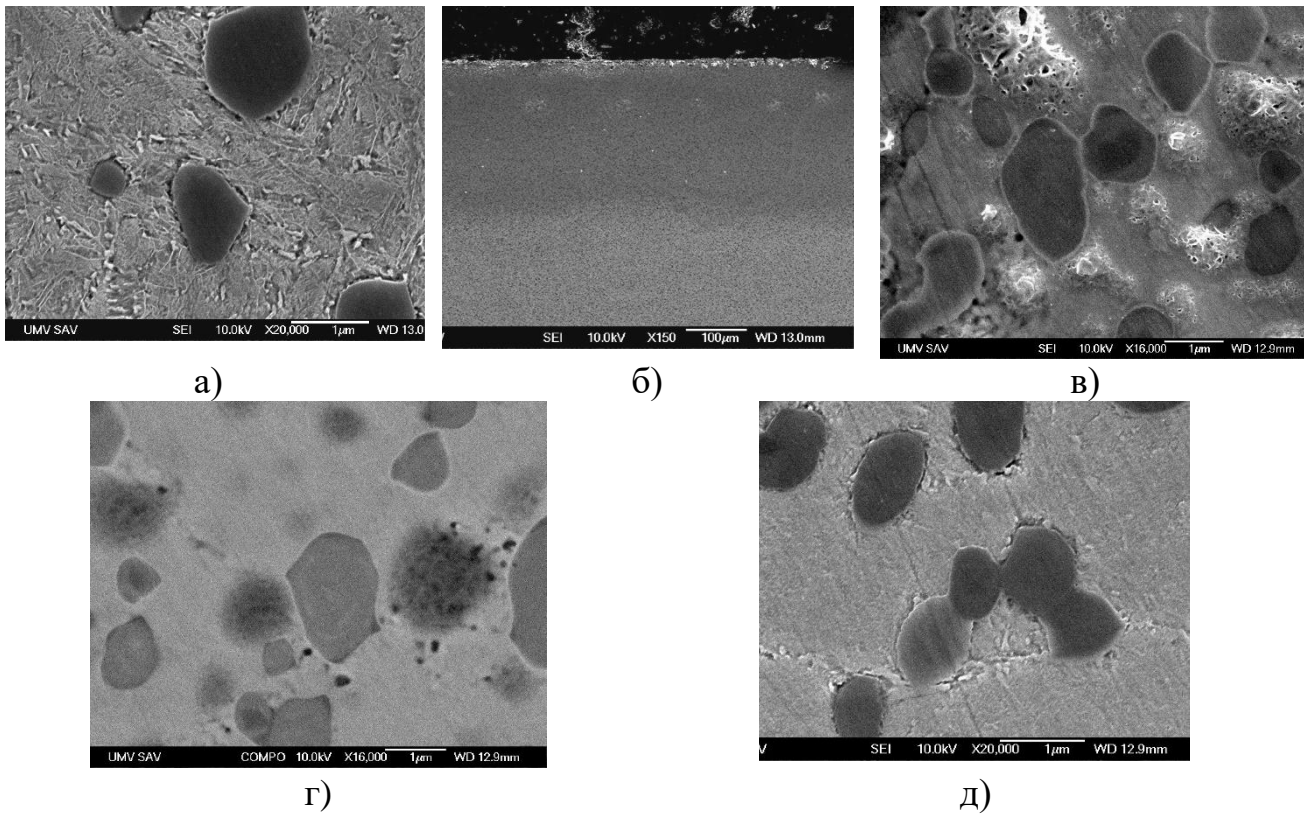
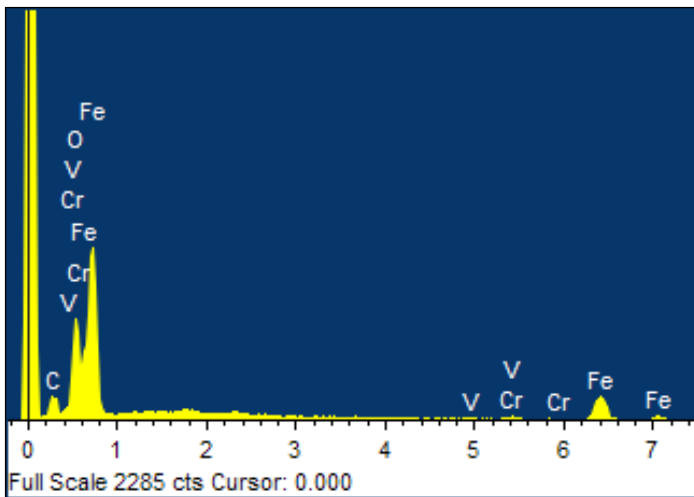


Рис. 1. Структура сталі K390: основа (а), загальний вигляд поверхневого шару (б), оксиди (в, г), мікроструктура в зоні лазерної обробки (д)

Зразки сталі попередньо піддавали стандартній термічній обробці (гартування від 1180 °С в масло, 3-х кратний відпуск при 500 °С). Після такої обробки твердість становила  $763 \pm 3 \text{ HV}_{20}$ , а структура складалась із великих сфероїдальних карбідів  $(\text{V,Mo,W,Cr})\text{C}$  (0,3-2 мкм) та матриці із голчастого мартенситу із дисперсними карбідами переважно по границях зерен (діаметр зерен – 1-3 мкм) (рис. 1,а). Обробку поверхні виконували за допомогою лазера «TruFiber 400» (TRUMPF), довжина хвилі - 1064 нм. Обробку проводили без оплавлення поверхні за таких параметрів: потужність – 400 Вт, діаметр плями – 0,6 мм, 50 % перекриття доріжок, швидкість сканування – 30 мм/с.

Після лазерної обробки відбулися зміни структури на глибину 220-240 мкм. Біля самої поверхні (20-40 мкм) в структурі виявлено оксиди у вигляді кулястих включень діаметром до 1 мкм (рис. 1, г,д). Оксидна природа цих включень підтверджена спостереженням структури в режимі «Back-Scattered Electron» (рис. 1,д), а енерго-дисперсійною спектроскопією (EDS) (рис. 2). В зоні залягання оксидів твердість складала  $643 \pm 36 \text{ HV}_{20}$ .



Element	Weight%
C K	6.29
O K	10.83
V K	1.71
Cr K	3.02
Fe K	78.15
Totals	100.00

а) б)  
Рис. 2 EDS-спектр (а) та хімічний склад (б) оксидного включення

На більшій відстані від поверхні структура складалась із карбідів ванадію незмінених розмірів та форми та матриці, яка набула більш однорідного малюнку, без вираженої голчастості, характерної для мартенситу. Твердість в цій зоні зросла до  $855 \pm 14 \text{ HV}_{20}$ , тобто перевищила твердість вихідної структури. Причиною може бути часткове розчинення вторинних карбідів при лазерному нагріві, що підвищило вміст вуглецю та легуючих елементів в матриці. Дослідження виконані в рамках українсько-словацького наукового проекту (№ 0122U200119).

[1] Böhler K390 Microclean. <http://www.bohler-edelstahl.com>

[2] Sturm R., Stefanikova M., Petrovic D. S. Influence of pre-heating on the surface modification of powder-metallurgy processed cold-work tool steel during laser surface melting // Applied Surface Science. – 2015. – vol. 325. – P. 203-210.

УДК 621.9.416

**НАУКОВІ ОСНОВИ ЛЕЗОВОЇ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ  
ДЕТАЛЕЙ, ВІДНОВЛЕНИХ І ЗМІЦНЕНИХ НАПИЛЕННЯМ  
ТА НАПЛАВЛЕННЯМ**

**SCIENTIFIC BASIS OF MECHANICAL PROCESSING OF PARTS,  
REPAIRED AND REINFORCED BY SPRAYING AND WELDING**

*Член-кореспондент НАН України, док. техн. наук С.А. Клименко,  
канд. техн. наук М.Ю. Конейкіна  
Інститут надтвердих матеріалів ім. В.Н. Бакуля НАН України (м. Київ)*

*S. Klymenko, Corresponding Member of NAS of Ukraine, Dr. Tech. Sci.,  
M. Kopeikina, Cand. Tech. Sci.  
V.N. Bakul Institute of Superhard Materials NAS of Ukraine (Kyiv)*

Розвиток сучасного машинобудування нерозривно пов'язаний із забезпеченням підвищення надійності та довговічності деталей машин, широким використанням нових прогресивних технологій їхнього виготовлення та ремонту, а також зниженням енерго- і матеріаломісткості виробництва.

У зв'язку з цим величезне значення має забезпечення захисту деталей і конструкцій від зносу на стадії проектування, технологічної підготовки та експлуатації методами модифікування поверхонь і нанесення покриттів. У першому випадку властивості поверхневого шару деталі змінюються за рахунок структурного стану матеріалу (аморфізація, створення метастабільних або спеціальних гетерогенних структур), а в другому випадку – на поверхні деталі формується шар композиційного матеріалу з відмінними від основного матеріалу структурою, фізико-механічними і хімічними властивостями. До останніх належать наплавлені та напилені покриття.

Наразі напилення і наплавлення – найефективніші, найекономічніші та такі, що активно розвиваються, технологічні методи управління експлуатаційними властивостями деталей машин [1]. Однак застосування покриттів за рахунок низки специфічних властивостей, стримується у зв'язку з нестачею науково обґрунтованих рекомендацій щодо їхньої продуктивної та якісної механічної обробки.

На відміну від монолітних матеріалів, покриття, як правило, мають: – підвищену крихкість; – різну твердість за поверхнею і за глибиною; – неоднорідний хімічний склад за перерізом; – велику кількість складових мікроструктури (карбіди, боріди, інтерметаліди та інші частинки високої твердості); – значну пористість. Це призводить до того, що сили різання мають змінний характер, а температура різання покриттів перевищує температуру при обробці монолітних матеріалів ідентичного складу [2–4]. Ці явища призводять до інтенсифікації зношування інструменту.

Механічна обробка дозволяє істотно змінити геометричні параметри поверхні, структуру і властивості нанесених покриттів. Відсутність припиків і мікротріщин у покриттях після обробки є важливим показником, що визначає довговічність зміцненої деталі. Початкові адгезійно-когезійні характеристики сформованого покриття не залишаються сталими та залежать від напружено-деформованого стану композиту «покриття-основа» на різних стадіях виготовлення й експлуатації – технологічно успадковані фактори можуть проявлятися як на етапі механічної обробки, так і на етапі експлуатації готових деталей.

Ключовою проблемою інженерії поверхневого шару є забезпечення технологічними методами довговічності та конкурентоспроможності машин, завдяки створенню в поверхневому шарі напиленого або наплавленого покриття стану, що відповідає найбільшій працездатності деталей в експлуатації [5].

Потрібно зазначити, що під час механічного оброблення таких гетерогенних матеріалів, як напилені та наплавлені покриття, їхні структурні особливості є

самостійним чинником, що зумовлює оброблюваність різанням, а разом із режимними параметрами, ефективність процесу оброблення. При цьому, структурні особливості матеріалів покриттів є чинником, що обмежує стійкість різального інструменту і можливості щодо досягнення якості поверхні оброблених деталей [6].

З урахуванням зазначеного, найважливішим питанням, розв'язання якого забезпечує можливість механічної обробки напилених і наплавлених матеріалів, є правильний вибір різального інструменту. Перспективними методами обробки зносостійких покриттів є точіння інструментом із твердих сплавів (ТЗ) [7] і з полікристалічними надтвердими матеріалами (ПНТМ) на основі кубічного нітриду бору (КНБ) [8]. Різальні інструменти, оснащені ПНТМ на основі КНБ, ефективно обробляють напилені та наплавлені покриття твердістю 40–60 НРС і на чистових операціях дозволяють отримувати оброблену поверхню з шорсткістю  $Ra$  0,2–1,0 мкм.

- [1]. Формирование газотермических покрытий при производстве деталей / С.А. Клименко, Л.Г. Полонский, М.Ю. Харламов и др.; под ред. Ю.А. Харламова, М.Л. Хейфеца. – Минск: Беларуская навука, 2020. – 416 с.
- [2]. Обработка резанием деталей с покрытиями / С.А. Клименко, В.В. Коломиец, М.Л. Хейфец и др.; под ред. С.А. Клименко. – К.: ИСМ НАН Украины, 2011. – 353 с.
- [3]. Обработка и упрочнение поверхностей при изготовлении и восстановлении деталей / В.И. Бородавко, В.С. Ивашко, С.А. Клименко, М.Л. Хейфец; под ред. М.Л. Хейфеца, С.А. Клименко – Минск: Беларус. навука, 2013. – 464 с.
- [4]. Финишная обработка поверхностей при производстве деталей / С.А. Клименко, М.Ю. Копейкина, В.С. Майборода и др.; под ред. С.А. Чижика, М.Л. Хейфеца. – Минск: Беларуская навука, 2017. – 376 с.
- [5]. Рыжов Э.В., Клименко С.А., Гуцаленко О.Г. Технологическое обеспечение качества деталей с покрытиями. – К.: Наук. думка, 1994. – 181 с.
- [6]. Клименко С.А., Мельничук Ю.О., Встовський Г.В. Фрактальна параметризація структури матеріалів, їх оброблюваність різанням та зносостійкість різального інструменту. – К.: ІНМ ім. В. М. Бакуля, 2009. – 170 с.
- [7]. Твердые сплавы в процессах механической обработки / Н.А. Бондаренко, А.А. Боримский, С.А. Клименко и др.; под ред. Н.В. Новикова, С.А. Клименко. – К : ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины, 2015. – 368 с.
- [8]. Синтез и спекание сверхтвердых материалов для производства инструментов / Н.П. Беженар, А.А. Бочечка, С.А. Клименко и др.; под ред. П.А. Витязя, В.З. Туркевича. – Минск: Беларус. навука, 2021. – 338 с.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ

# УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

- Наша освіта визнана світом.
- Широкий вибір програм підготовки.
- Попит на ринку праці.
- Отримання двох дипломів одночасно:

українського та французького або українського та польського університету-партнера.



## ФАКУЛЬТЕТИ

✓ БУДІВЕЛЬНИЙ

✓ ЕКОНОМІЧНИЙ

✓ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕ  
РУЮЧІ  
СИСТЕМИ ТА  
ТЕХНОЛОГІЇ

✓ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ  
ЦЕНТР  
ГУМАНІТАРНОЇ ОСВІТИ

✓ МЕХАНІКО-  
ЕНЕРГЕТИЧНИЙ

✓ УПРАВЛІННЯ  
ПРОЦЕСАМИ  
ПЕРЕВЕЗЕНЬ

**ОБИРАЙ НАС**  
за першим пріоритетом



АДРЕСА: ПЛОЩА ФЕЙЄРБАХА 7, 61050, ХАРКІВ  
ПРИЙМАЛЬНА КОМІСІЯ: +38 (057) 732-28-25  
E-MAIL: INFO@KART.EDU.UA



<http://kart.edu.ua/>



@ukrduzt.University



@ukrduzt\_university



**ЗАПРОШУЄМО НА НАВЧАННЯ ДЛЯ  
ОТРИМАННЯ РОБОЧИХ ПРОФЕСІЙ:**



- ✔ Провідник пасажирського вагона;
- ✔ Касир квитковий;
- ✔ Касир товарний (вантажний);
- ✔ Приймоздавальник вантажу та багажу;
- ✔ Приймальник поїздів.
- ✔ Помічник машиніста тепловоза;
- ✔ Помічник машиніста електровоза;
- ✔ Електромонтер контактної мережі;
- ✔ Електромонтер з ремонту та обслуговування електроустаткування;
- ✔ Електромонтер з ремонту та обслуговування апаратури і пристроїв зв'язку;
- ✔ Слюсар з ремонту рухомого складу;
- ✔ Оглядач вагонів;
- ✔ Оглядач-ремонтник вагонів;
- ✔ Сигналіст;
- ✔ Монтер колії.

*Приходь документів на навчання робочим професіям здійснюється в ЦНПП (аудиторія 3.315, тел. (057)-730-21-89, e-mail: [cnpp@kart.edu.ua](mailto:cnpp@kart.edu.ua)).*

*Вартість навчання залежить від обраної професії та становить від 1500 до 3500 грн, тривалість навчання також залежить від професії і складає від 4-х до 10-ти місяців.*

**РОБОЧА ПРОФЕСІЯ СЬОГОДНІ – ЗАПОРУКА  
УСПІШНОГО КАР'ЄРНОГО РОСТУ ЗАВТРА!**





## #УКРДУЗТ В СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ



@ukrduzt.University



@ukrduzt\_university



Online #УкрДУЗТ

## ПРИЙМАЛЬНА КОМІСІЯ В TELEGRAM



t.me/infovstup\_ukrduzt

## САЙТ УКРАЇНСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ



<http://kart.edu.ua/>

ОСНОВНІ КОНТАКТИ  
ЯКІ ПОТРІБНО  
ВИКОРИСТОВУВАТИ В  
РЕКЛАМІ

УВАЖНО  
ОЗНАЙОМТЕСЯ З  
НИМИ!

### Контакти приймальної комісії:

- 🌐 <https://kart.edu.ua/vstupniku>
- 📌 [https://t.me/infovstup\\_ukrduzt](https://t.me/infovstup_ukrduzt)
- ☎️ +38 (057) 730-19-91
- ✉️ [pk@kart.edu.ua](mailto:pk@kart.edu.ua)

📍 майдан Фейєрбаха 7, 61050, Харків  
корпус 1, поверх 1, кабінет 121

### Контакти університету:

- 🌐 <https://kart.edu.ua>
- 📌 [https://t.me/UkrDuzt\\_of](https://t.me/UkrDuzt_of)
- 📷 @ukrduzt\_university
- 📘 @ukrduzt.University
- ☎️ +38 (057) 730-19-21
- ✉️ [info@kart.edu.ua](mailto:info@kart.edu.ua)

📍 майдан Фейєрбаха 7, 61050, Харків