

Міністерство освіти і науки України
Дніпропетровський національний університет
залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна

Верлан Анатолій Іванович



УДК 656.212

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ
У ЗАЛІЗНИЧНО-ВОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ ЗА РАХУНОК
РОЗВИТКУ ПРИВАТНИХ ПРИПОРТОВИХ СТАНЦІЙ**

05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Дніпропетровськ – 2015

Дисертацією є рукопис

Робота виконана на кафедрі «Управління експлуатаційною роботою» Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник:

доктор технічних наук, професор **Козаченко Дмитро Миколайович**,
Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, начальник науково-дослідної частини

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор **Лаврухін Олександр Валерійович**, завідувач кафедри «Управління вантажною і комерційною роботою» Українського державного університету залізничного транспорту, м. Харків

кандидат технічних наук, доцент **Кириченко Ганна Іванівна**, доцент кафедри «Управління процесами перевезень» Державного економіко-технологічного університету транспорту, м. Київ

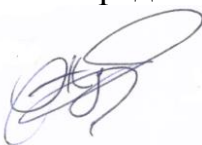
Захист відбудеться «22» жовтня 2015 р. о 13 год 30 хв на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.820.02 при Дніпропетровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна за адресою: 49010, м. Дніпропетровськ, вул. Лазаряна, 2, зала засідань, к. 314

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна за адресою: 49010, м. Дніпропетровськ, вул. Лазаряна, 2.

Автореферат розісланий «21» вересня 2015 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради

доктор технічних наук, професор



І. В. Жуковицький

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Розширення та поглиблення міжнародних зв'язків, посилення інтеграційних процесів є однією з особливостей світової економіки кінця ХХ – початку ХХІ століття. Обов'язковою умовою успішного розвитку економіки України в глобалізованому світі є наявність ефективної транспортної системи. На транспортну складову припадає значна частка у вартості вітчизняних експортних товарів, що суттєво впливає на їх конкурентоспроможність на світовому ринку. Окрім того, вигідне географічне розташування України сприяє широкому залученню транзитних вантажопотоків та отриманню прибутків від експорту транспортних послуг.

Актуальність роботи. Одним із найважливіших видів сполучень, у яких здійснюється перевезення експортних та транзитних вантажів, є залізнично-водне сполучення. Так, близько 23 % залізничних перевезень вантажів в Україні виконується на адресу морських портів. Залізниці та порти є одними з найбільших роботодавців та потужними споживачами продукції вітчизняних видобувної, металургійної, машинобудівної, приладобудівної галузей та енергетики. Тож розвиток міжнародних перевезень у залізнично-водному сполученні може стати точкою інноваційного зростання всієї економіки України. Елементом транспортної системи, що забезпечує взаємодію залізничного транспорту та морських портів, є припортові станції. Ефективність їх роботи є тим фактором, що визначає як пропускну та переробну спроможність транспортної системи, так і собівартість перевезень. У зв'язку з цим удосконалення методів організації експлуатаційної роботи припортових станцій, аналізу та підвищення їх переробної спроможності є наразі актуальною проблемою, яка має суттєве значення для залізничного транспорту України.

Зв'язок теми з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана відповідно до пріоритетних напрямків розвитку залізничної галузі, які визначені в Транспортній стратегії України до 2020 року (розпорядження Кабінету Міністрів України від 20.10.2010 № 2174-р), Стратегії розвитку залізничного транспорту на період до 2020 року (розпорядження Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2009 р. № 1555-р.), Стратегії розвитку морських портів України на період до 2038 року (розпорядження Кабінету Міністрів України від 11 липня 2013 р. № 548-р.), Державній цільовій програмі реформування залізничного транспорту на 2010–2019 роки (затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2009 р. № 1390), а також пов'язана з науково-дослідними роботами «Удосконалення методів тарифікації початкових та кінцевих операцій при перевезенні вантажів залізничним транспортом» (№ ДР 0114U003969), «Удосконалення методів тарифікації при перевезенні вантажів залізничним транспортом маршрутними відправками» (№ ДР 114U003970), «Удосконалення логістики перевезення зернових вантажів, що прямують до транспортного вузла ТІС» (№ ДР 114U003972), «Робочий проект «Будівництво сортувального парка та сортувальної гірки парка «Южний» станції «Хімічна» (№ ДР 0113U008346), у яких автор дисертації є виконавцем та автором звітів.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є підвищення ефективності взаємодії залізничного та водного транспорту за рахунок експлуатації приватних припортових станцій.

Поставлена мета досягається в результаті розв'язання таких **завдань**:

- аналіз методів організації взаємодії залізниць та морських портів при виконанні залізнично-водних перевезень;
- дослідження технічного забезпечення, технології та динаміки обсягів роботи припортових станцій;
- удосконалення методів визначення перспективних обсягів роботи припортових станцій;
- удосконалення математичної моделі функціонування залізничних станцій з метою оцінки їх техніко-технологічних характеристик з урахуванням специфіки роботи припортових станцій;
- розробка методів оцінки ефективності відправницької маршрутизації та організації перевезень вантажів за розкладом в умовах демонополізації транспортного ринку;
- удосконалення методів визначення собівартості залізничних перевезень.

Об'єктом дослідження є процес функціонування припортових станцій у системі залізнично-водних перевезень.

Предмет дослідження – взаємозв'язки параметрів залізничної інфраструктури та технології припортових станцій з показниками ефективності перевезень вантажів у залізнично-водному сполученні.

Методи дослідження. Постановка завдань дослідження, вибір методів їх розв'язання та аналіз результатів здійснені з використанням методів системного аналізу. Окремі завдання розв'язувалися з допомогою таких методів: реляційна алгебра та математична статистика – для дослідження характеристик вагопотоків, що прямують на адресу припортових станцій; теорія графів та об'єктно-орієнтований аналіз – для удосконалення математичної моделі функціонування залізничних станцій з метою оцінки їх техніко-технологічних характеристик; теорія ймовірностей, імітаційне моделювання, теорія організації експлуатаційної роботи залізниць – для розробки методів оцінки ефективності відправницької маршрутизації та організації перевезень вантажів за розкладом в умовах демонополізації транспортного ринку; методи теорії організації експлуатаційної роботи залізниць та економіко-математичного моделювання – для удосконалення методів визначення собівартості залізничних перевезень.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в розв'язанні актуального науково-практичного завдання підвищення ефективності взаємодії залізничного та водного транспорту за рахунок експлуатації приватних припортових станцій. Зокрема, у ході досліджень отримано такі наукові результати:

1) вперше розроблено методи оцінки ефективності відправницької маршрутизації та організації перевезень вантажів за розкладом, що враховують наявність різних інтересів у окремих учасників перевізного процесу та можуть застосовуватись в умовах демонополізації транспортного ринку;

2) отримано нові залежності величини простоїв вагонів на початкових та кінцевих станціях при організації перевезень вантажів за розкладом прямими відправницькими маршрутами, що дозволяє оцінювати вплив зміни системи організації руху поїздів на роботу термінальних станцій;

3) удосконалено математичну модель функціонування залізничних станцій за

рахунок використання методів теорії графів та об'єктно-орієнтованого аналізу, що дає змогу підвищити ефективність взаємодії інженера-технолога та ЕОМ та забезпечує поліпшення якості оцінки техніко-технологічних характеристик залізничних станцій;

4) удосконалено підходи до оцінки розрахункових обсягів роботи залізничних станцій за рахунок використання методів аналізу часових рядів та методів математичного моделювання, що дозволяє підвищити точність визначення місячної та добової нерівномірності перевезень;

5) удосконалено методи визначення собівартості залізничних перевезень за рахунок виділення термінальної складової та оцінки економії при маршрутизації перевезень, що дозволяє наблизити величину тарифів до собівартості перевезень і створити стимули для залучення приватних інвестицій у розвиток припортової інфраструктури.

Практичне значення отриманих результатів. Запропоновані методи реалізовані у вигляді програмного комплексу для ЕОМ «Автоматизована система контролю знаходження та обліку стану вагонів на під'їзних коліях промислових підприємств «Движенець»» (свідоцтво про реєстрацію авторських прав на твір № 52739 від 20.12.2013).

Результати роботи використані для оцінки конкурентоспроможності транспортного вузла «ТІС» з перевалки вантажів у змішаному залізнично-водному сполученні та при проектуванні розвитку його технічного забезпечення, а також у навчальному процесі під час підготовки спеціалістів та магістрів спеціальності «Організація перевезень та управління на залізничному транспорті» напряму «Транспортні технології» в Дніпропетровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна в ході викладання дисципліни «Удосконалення експлуатаційної роботи на залізничному транспорті». Відповідні акти впровадження результатів дослідження наведені в додатках до дисертації.

Особистий внесок здобувача. Усі результати теоретичних та експериментальних досліджень, що наведені в роботі, отримані автором самостійно. Статті [1, 2] опубліковані без співавторів. У роботах, опублікованих у співавторстві, особистий внесок автора такий: у статті [3] розроблено модель руху вагонів у кільцевому маршруті та досліджено вплив організації руху поїздів за розкладом на прості вагонів на станціях навантаження та вивантаження; у [4] виконано статистичний аналіз вантажопотоків, що прямують у транспортний вузол «ТІС»; у [5, 6] зроблена статистична оцінка показників руху вагонопотоків та досліджено вплив маршрутизації перевезень на умови роботи різних учасників перевізного процесу; у [7] удосконалено методи тарифікації перевезень вантажів відправницькими маршрутами.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися та були схвалені: на 73-й міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту» (Дніпропетровськ, ДНУЗТ, 2013 р.); 6-й Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми безпеки на транспорті» (Гомель, БелГУТ, 2012); III Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми и перспективы развития транспортных систем и строительного комплекса» (Гомель, БелГУТ, 2013 р.); I, II та III Міжнародній науково-практичній конференції «Перспективи взаємодії залізниць та промис-

лових підприємств» (ДНУЗТ, 2012–2014 рр.), III Міжнародній науково-практичній конференції «Железнодорожные перевозки горно-металлургических грузов Российской Федерации» (Москва, Махconference, 2012 р.), 16-й міжнародній конференції «Транзитний потенціал України. Ефективна інфраструктура та логістика на транспорті в країнах Південно-Східної Європи» (Одеса, Медіакомпас Україна, 2013 р.) У повному обсязі дисертація доповідалась і була схвалена на міжкафедральному науковому семінарі у Дніпропетровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна (2015 р.)

Публікації. За результатами дисертації опубліковано 16 наукових праць, у тому числі: одна наукова стаття в закордонному виданні, 6 наукових статей у виданнях, що входять до Переліку наукових фахових видань України, у яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт, 1 додаткова стаття та 8 тез доповідей на міжнародних наукових конференціях.

Структура і обсяг роботи. Дисертація складається із вступу, 5 розділів, висновків і 4 додатків. Повний обсяг роботи – 178 сторінок; з них основного тексту 147 сторінок; 14 – додатки, 15 – списку використаних джерел, рисунків і таблиць – 2 сторінки. Список використаних джерел із 116 найменувань.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність проблеми, сформульовано мету й завдання досліджень, основні положення, що захищаються автором, дані про практичне використання результатів дисертації.

У першому розділі виконано аналіз проблем удосконалення перевезень вантажів у залізнично-водному сполученні та організації роботи припортових залізничних станцій.

Залізнична транспортна система України переважно була створена за часів Радянського Союзу. Після кризи 90-х років ХХ століття відбулося значне зменшення вантажопотоків. Тому, незважаючи на значну зношеність основних фондів, залізнична система України в цілому має резерви пропускної та провізної спроможності. У той же час, за роки незалежності України відбулися значні зміни в характері та напрямках вагонопотоків. Зокрема, спостерігається збільшення обсягів перевезень у залізнично-водному сполученні у зв'язку зі зростанням сировинного експорту. Тому на сьогодні склалася значна диспропорція між пропускною спроможністю припортових залізничних станцій та переробною спроможністю портів, що викликає значні простой вагонів і вантажів на підходах. Зараз переважна частина перевезень здійснюється у приватних вагонах із значною величиною плати за користування. Це призводить до збільшення транспортних витрат і втрати конкурентоспроможності вітчизняних товарів на міжнародному ринку, а для транспортної системи України – до втрати конкурентоспроможності на ринку міжнародних транзитних перевезень. Тому удосконалення методів організації експлуатаційної роботи припортових станцій та аналізу їх переробної спроможності є актуальною проблемою та має суттєве значення для залізничного транспорту України. Аналіз світового досвіду організації взаємодії морських портів та залізничного транспорту показує, що в розвинутих країнах ця діяльність розглядається як окремий сектор транспортного ринку й для обслуговування великих морських портів формуються

припортові залізниці. До складу цих залізниць можуть входити сортувальна станція та декілька вантажних. Суттєвий внесок у становлення та розвиток теорії організації експлуатаційної роботи залізничних станцій і їх взаємодії з морськими портами в різний час зробили вчені: В. М. Акулінічев, Є. С. Альошинський, М. І. Березовий, В. І. Бобровський, А. А. Босов, Т. В. Бутько, Р. В. Вернигора, П. С. Грунтов, Н. И. Данько, І. В. Жуковицький, Г. І. Загарій, Г. І. Кіріченко, Д. М. Козаченко, П. О. Козлов, А. М. Котенко, Д. В. Ломотько, О. В. Лаврухін, Є. В. Нагорний, В. Я. Негрей, Г. І. Нечаєв, В. Н. Образцов, В. О. Персіанов, М. В. Правдін, С. М. Резер, П. К. Рибін, Ю. І. Єфименко, А. О. Смехов, І. Б. Сотніков, Є. О. Сотніков, К. К. Таль, М. І. Федотов, Н. Н. Шабалін, Є. М. Шафіт, М. Р. Ющенко, П. О. Яновський та інші.

У наукових працях цих вчених досліджено питання розробки математичних моделей та методів оцінки роботи залізничних станцій, удосконалення технології взаємодії залізничних станцій та морських портів, удосконалення роботи станцій у залізничних вузлах, що обслуговують морські порти, створення «сухих портів» та ін. Однак в умовах ринкового реформування економіки України кількість учасників перевізного процесу з власними цілями суттєво збільшилась. У зв'язку з цим завдання організації роботи припортових станцій потребують нових рішень, що враховують сучасну структуру ринку перевезень.

На підставі виконаного аналітичного огляду наукових робіт сформульована мета дослідження, що полягає в удосконаленні методів організації експлуатаційної роботи припортових станцій та аналізу їх переробної спроможності.

У другому розділі виконано дослідження технічного забезпечення, технології та динаміки обсягів роботи припортових станцій.

Україна має 18 морських портів, відкритих для заходження морських суден; 17 з них мають можливість доставки вантажів залізничним транспортом. Обробка даних державної та галузевої статистики показала, що на адресу морських портів прямує 19,7 % усіх вантажів, які перевозяться залізничним транспортом; при цьому 67 % вантажів, що перероблюються морськими портами, доставляються саме залізницями. Основними станціями, що обслуговують морські порти, є Чорноморська, Берегова, Одеса–Порт, Миколаїв–Вантажний та Іллічівськ.

Ринкові реформи, які відбулися у сфері портової діяльності, забезпечили стрімке надходження приватних інвестицій у розвиток перевантажувальних потужностей і зростання обсягів роботи портів до 40 % порівняно з 1990 р. У той же час залізничні перевезення практично повністю знаходяться в монопольному секторі. Для них характерні спад обсягів перевезень на 60 % та старіння основних засобів. Причиною цього є хронічний дефіцит коштів на розвиток інфраструктури та рухомого складу. У результаті виникли диспропорції між пропускною спроможністю припортових станцій та переробною спроможністю морських портів. Подолання вказаних диспропорцій повинно базуватися на широкому залученні приватних інвестицій у розбудову залізничної інфраструктури та удосконалення технологій перевезень відповідно до потреб сучасного ринку.

Найбільшу динаміку розвитку обсягів перевантаження вантажів із залізничного на морський транспорт в останні роки демонструє Транспортний вузол «ТІС» (ТОВ з П «Трансінвестсервіс») (рис. 1), який являє собою комплекс приватних вантажних терміналів, розташованих у акваторії порту Южний. Унікальним для Укра-

їни є те, що вантажні термінали обслуговуються приватною залізничною станцією Хімічна, яка примикає до магістральної станції Чорноморська Одеської залізниці. Розвиток перевальних спроможностей Транспортного вузла «ТІС» вимагає збалансованого розвитку його залізничної інфраструктури. Важливим елементом при

цьому є оцінка перспективних обсягів перевезень та резервів пропускної і провізної спроможності станцій з метою погашення пікових навантажень, що виникають через нерівномірність перевезень. Для приватних терміналів завдання підтримки відповідності їх технічного забезпечення обсягам роботи мають значну актуальність, оскільки як і дефіцит потужностей, так і їх зайві резерви призводять до зменшення конкурентоспроможності терміналів. У ході аналізу визначено такі основні проблеми оцінки розрахункових обсягів роботи: існуючі методи неправильно інтерпретують процеси зростання обсягів перевезень та використовують лише дані останнього року; методи оцінки добової нерівномірності неформалізовані; методи визначення розрахункових обсягів порожніх вагонів не враховують їх технічного стану та належності. У зв'язку з цим удосконалено методи визначення розрахункових обсягів роботи для залізничних станцій та під'їзних колій промислових підприємств і морських портів. Основними джерелами інформації для дослідження є база даних АСК ВП УЗ, а також база даних розробленої автором автоматизованої системи контролю перебування та обліку стану вагонів на під'їзних коліях промислових підприємств і портів «Движенец».

Для того щоб врахувати місячні зміни й добові коливання вантажо- та вагопотоків, їх розрахункові значення пропонується визначати за формулою

$$M_{\text{рр}} = \bar{M}_{\text{р},i} \gamma_{\text{м}} \gamma_{\text{с}}, \quad (1)$$

де $\bar{M}_{\text{р},i}$ – прогнознi середні добові обсяги роботи; $\gamma_{\text{м}}, \gamma_{\text{с}}$ – розрахункові коефіцієнти відповідно місячної та добової нерівномірності.

Коефіцієнт місячної нерівномірності для окремого місяця визначається за формулою

$$\gamma_{\text{м},ij} = \frac{S_{\text{н},ij}}{S_{\text{сн},ij}}, i = 1 \dots 12, j = 1 \dots k, \quad (2)$$

де $S_{\text{н},ij}, S_{\text{сн},ij}$ – відповідно фактичні середньодобові обсяги роботи в i -й місяць j -го року та середньодобові обсяги роботи в той же період, що розраховані за результатами згладжування; k – кількість років, що використовується для аналізу місячної нерівномірності.

Величина місячної нерівномірності для окремого року визначається як

$$\gamma_{\text{м},j} = 12 \frac{\max(\gamma_{\text{м},ij})}{\sum \gamma_{\text{м},ij}}, i = 1 \dots 12. \quad (3)$$

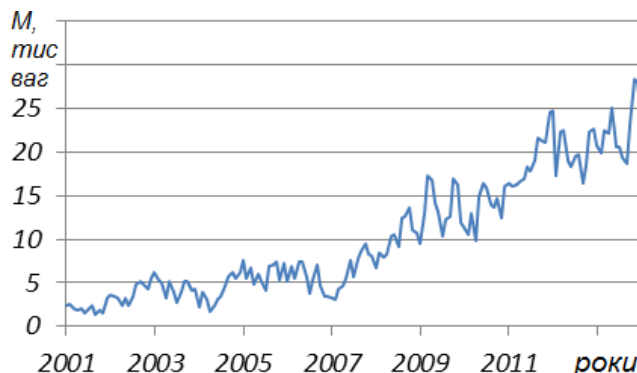


Рисунок 1 – Динаміка місячних обсягів роботи Транспортного вузла «ТІС»

Розрахунковий коефіцієнт місячної нерівномірності γ_M визначається в результаті згладжування послідовності встановлених нерівномірностей для окремих років за допомогою зваженої середньої змінної ${}_kM_s$ з вагами ${}_kW_j = \{k, k-1, \dots, 1\}$

$$\gamma_M = \frac{2 \sum_{j=0}^{k-1} (k-j) \gamma_{M,j}}{k^2 + k}.$$

Оцінку добової нерівномірності обсягів роботи γ_c пропонується виконувати на підставі 30-тидобового періоду з максимальними обсягами роботи під час року як співвідношення максимального обсягу роботи за цей період до середнього.

Визначення обсягів порожніх вагонопотоків виконується методом математичного моделювання на підставі планових вантажопотоків та матриці імовірності використання вагонів під здвоєні операції.

Оцінка нерівномірності для умов «ТІС» показує, що коефіцієнт місячної нерівномірності складає 1,25, а коефіцієнт добової нерівномірності – 1,18. Оскільки одним із основних факторів, який обмежує збільшення обсягів перевалки вантажів на «ТІС», є пропускна спроможність підходу до нього, то зменшення нерівномірності перевезень може бути одним із напрямків розв'язання цієї проблеми.

Характерною особливістю функціонування приватної припортової станції Хімічна в ринкових умовах є те, що вона бере участь у конкурентній боротьбі за окремі вантажопотоки. Традиційна система оцінки показників функціонування залізничного транспорту, що ґрунтується на визначенні середніх простоїв вагонів на станціях та їх обігу в підрозділах залізниць, не забезпечує можливості диференціації якості послуг за окремими вантажовласниками та відповідної диференціації тарифів. У зв'язку з цим запропоновано здійснювати оцінку обігу вагонів і нерівномірності перевезень за окремими вантажовідправниками. У дисертації виконано аналіз обігу вагонів, що виконують перевезення основних вантажів, які прямують через «ТІС». Детально досліджено процес перевезення залізничної сировини з Полтавського ГЗК. Методами математичної статистики встановлено, що обіг вагона на цьому маршруті є випадковою величиною, що підпорядкована логнормальному закону розподілу. Математичне сподівання величини обігу складає 107,12 години. Встановлено, що тривалість завантаженого рейсу в середньому на 10,2 години менше, ніж порожнього. Це пов'язано з існуючою нераціональною організацією порожніх вагонопотоків. Виконаний аналіз показує, що логістичні витрати в ланцюгах постачання вантажів, які прямують у Транспортний вузол «ТІС», можуть бути скорочені за рахунок відправницької маршрутизації. Однак питання організації взаємодії різних учасників перевізного процесу та оцінки ефективності їх функціонування до кінця не вирішені й вимагають подальших досліджень.

Відповідно до методології системного аналізу в другому розділі сформульовані завдання дослідження, обрано порядок та методи їх розв'язання.

У третьому розділі удосконалено математичну модель функціонування залізничних станцій з метою підвищення ефективності оцінки їх техніко-технологічних характеристик.

У процесі дослідження функціонування залізнична станція розглядалася на мікро- та макрорівні. На мікрорівні залізнична станція розглядається як складна си-

стема. При цьому визначаються показники роботи станції та вплив на них різних факторів. У процесі виконання досліджень на макрорівні залізнична станція розглядається як елемент транспортної системи. При цьому визначається вплив режимів функціонування станції на умови перевезень вантажів та обіг рухомого складу.

Основним методом комплексного аналізу роботи станції на сьогодні є графічна модель у вигляді плану-графіка. Застосування універсальних графічних редакторів для побудови планів-графіків дозволяє суттєво спростити процес їх зберігання, передачі та розмноження, але швидкість їх розробки та аналізу залишилася практично такою самою, як і при неавтоматизованій розробці. Основна проблема використання універсальних графічних редакторів пов'язана з тим, що план-графік роботи станції в них розглядається як множина непов'язаних графічних примітивів, що суттєво ускладнює його автоматичний аналіз. У зв'язку з цим для вивчення процесів, які відповідають макрорівню аналізу станції, у дисертації з використанням методів теорії графів та об'єктно-орієнтованого аналізу удосконалена графоаналітична модель функціонування залізничних станцій.

Залізнична станція являє собою складну систему, у якій відбувається обслуговування об'єктів (вагонів, поїздів і составів) технічними засобами і виконавцями (маневрові локомотиви, бригади ПТО і ПКО, сигналісти, колії, гірка та ін.) шляхом виконання технологічних операцій (технічне обслуговування, закріплення, розпуск, випробування гальм і т.ін.) відповідно до порядку, встановленого технологічним процесом. У цьому зв'язку графоаналітична модель функціонування станції включає в себе модель технічного оснащення станції, модель процесу функціонування станції, список об'єктів, які обслуговуються на станції, і список технологій обслуговування цих об'єктів.

В якості моделі технічного забезпечення станції використовується параметричне дерево $D(V, E)$. Графічним відображенням моделі технічного оснащення станції є сітка плану-графіка. Вершинам дерева відповідають окремі технічні засоби та виконавці станції, а також їх групи, а дугам – зв'язки належності. Вся множина вершин V розділена на три підмножини V_r , V_g та V_s . Вершини V_r , що є листям дерева, відповідають окремим технічним засобам та виконавцям (колії, локомотиви, вантажно-розвантажувальні механізми, бригади ПТО тощо). При цьому на сітці плану-графіка вершини підмножини V_r відображаються у вигляді окремих рядків. Кореню дерева V_s відповідає вся станція. Решті вузлів V_g відповідають групи технічних засобів, виділені за певними технологічними ознаками (парки, пункти вантажної роботи тощо). Кожній вершині поставлено у відповідність список параметрів. Зокрема, тип вершини (рядок, група рядків, станція) визначає параметр t_b . Для визначення структури дерева кожній вершині v у відповідність поставлена вершина u_b так, що $u_b \rightarrow v$. Інші параметри залежать від типу вершини. Зокрема, вершини $v_r \in V_r$ в моделі описуються структурами

$$v_r = \{t_b, u_b, s_r, n_r, y_r, h_r, z_r\}, \quad (4)$$

де s_r – вектор спеціалізацій виконавця (технічного засобу), що відповідає видам операцій, які він може виконувати; n_r – назва виконавця (технічного засобу); y_r , h_r , z_r – відповідно ордината, висота та видимість рядка на плані-графіку.

Вершини $v_g \in V_g$ в моделі представляються структурами

$$v_r = \{t_b, u_b, w_g, n_r\}, \quad (5)$$

де n_r – назва групи виконавців; w_g – ширина групи виконавців на плані-графіку.

Вершина v_s в моделі представляється структурою

$$v_s = \{t_b, u_b, p_s, s_s, w_s\}, \quad (6)$$

де p_s – період моделювання; s_s – горизонтальний масштаб; w_s – ширина стовпця назв рядків.

Функціонування станції описується як процес обслуговування об'єктів окремими виконавцями. Як об'єкти можуть розглядатися вагони, состави, локомотиви та ін. Моделлю обслуговування об'єкта є орієнтований граф $G(O, L)$. Вершинам графа o відповідають операції заняття виконавців роботами, а дугам l – причинно-наслідкові зв'язки між ними. Кожна операція в моделі представляється такою структурою:

$$o = \{p_o, n_o, t_o, b_o, v_o, x_o, w_o, d_o\}, \quad (7)$$

де p_o, n_o – списки попередніх і наступних вершин відповідно; t_o – тип операції; b_o – ідентифікатор об'єкта, з яким виконується операція; v_o – ідентифікатор виконавця, що виконує операцію; x_o, w_o – момент початку та тривалість виконання операції відповідно; d_o – вектор додаткових параметрів, що залежить від типу операції.

Графічним відображенням окремих операцій є значки (графічні примітиви). У процесі переміщення та зміни розмірів примітива, що відповідає операції, здійснюється автоматична модифікація пов'язаних з ними примітивів.

Групі операцій у відповідність може ставитися певний об'єкт b шляхом вказівки його ідентифікатора b_o . При цьому в моделі кожному об'єкту у відповідність ставиться список параметрів d_b .

Упорядкована послідовність взаємопов'язаних дій, що виконуються з моменту появи об'єкта обслуговування на станції до завершення усіх операцій з ним, є технологією його обслуговування. Технологія обслуговування об'єкта формалізується на основі орієнтованого графа $H(T, L)$, що є подібним графу G . Окремі операції t при формалізації технології представляються структурою

$$t = \{p_t, n_t, t_o, s_t, x_t, w_t, d_t\}, \quad (8)$$

де s_t – спеціалізація виконавця, що здійснює операцію; x_t, w_t – умовний момент початку та тривалість виконання операції відповідно; d_t – вектор значень додаткових параметрів.

Модель, що відповідає макрорівню, розроблена з метою дослідження процесів, які відбуваються під час маршрутизації перевезень. Модель дозволяє імітувати рух вагонів повагонними відправками, маршрутними відправками та маршрутними відправками за розкладом. У зв'язку з тим що система пропуску вагонопотоків є досить складною і в ній присутні значні зворотні зв'язки, то в якості методу дослідження обрано імітаційне моделювання. Прийнято, що в процесі обслуговування вагон послідовно може перебувати в таких фазах: навантаження (від прибуття до закінчення прибирання з вантажного фронту); накопичення составів завантажених поїздів; відправлення завантажених поїздів; рух завантажених поїздів від станції відправлення до станції призначення; вивантаження (від прибуття до закінчення прибирання з вантажного фронту); накопичення составів порожніх поїздів; відправлення порожніх поїздів; рух порожніх поїздів від станції відправлення до станції призначення. Тривалості перебування вагона в системах навантаження та виванта-

ження моделюються як випадкові величини, що розподілені за логнормальним законом. Тривалості перебування поїздів у системах відправлення при традиційній організації перевізного процесу також моделюються як випадкові величини, що розподілені за логнормальним законом. При відправленні поїздів за розкладом тривалості перебування навантажених та порожніх вагонів у системах відправлення та руху приймаються постійними. Параметри законів розподілу тривалості знаходження вагонів у окремих підсистемах станції встановлюються за результатами статистичної обробки даних про функціонування реальних станцій або на підставі обробки результатів імітаційного моделювання. Тривалість руху навантажених та порожніх вагонів повагонними та маршрутними відправками моделюється як випадкова величина, що розподілена за логнормальним законом, параметри якого встановлюються за результатами спостережень за перевезеннями. Тривалість руху вагонів за розкладом приймається постійною. Величина цієї тривалості встановлюється на підставі аналізу графіку руху з урахуванням потрібних резервів на маршруті руху та на станції призначення для компенсації впливу випадкових факторів. У результаті роботи модель дозволяє визначати час перебування вагонів в окремих стадіях перевізного процесу та загальний парк вагонів, необхідний для здійснення перевезень.

У четвертому розділі розроблено методи оцінки ефективності відправницької маршрутизації та організації перевезень вантажів за розкладом в умовах демонополізації транспортного ринку.

Однією з найгостріших проблем магістрального залізничного транспорту України на сучасному етапі є відсутність в Укрзалізниці достатніх коштів на оновлення матеріально-технічної бази. Можливим шляхом вирішення цієї проблеми може бути залучення приватного капіталу. У цьому випадку за рахунок концентрації технічних операцій на станціях навантаження та вивантаження істотно спрощуються вимоги до оснащення залізничної мережі загального користування. Враховуючи те що зародження й погашення вантажопотоків переважно відбувається на коліях незагального користування, за умови розвитку відправницької маршрутизації власники підприємств потенційно мають стимули до розвитку інфраструктури й маневрових засобів під'їзних колій з метою зниження собівартості перевезень. Чинна методика визначення ефективності маршрутизації складалася за умов функціонування планової економіки та експлуатації єдиного парку вагонів і ґрунтується на мінімізації власних витрат залізниць для здійснення перевезень. На сьогодні структура ринку залізничних перевезень суттєво ускладнилася і ефективність маршрутизації необхідно розглядати з позицій вантажовідправника, вантажоодержувача та перевізника. У зв'язку з цим запропоновано визначати ефективність маршрутизації перевезень за виразом

$$\begin{cases} E_{го} = \Delta n e_{nH} - E_{го}^{доп} \pm K_{го} \geq 0 \\ E_{жд} = N e_{nH}^{cp} \sum r + E_n + E_k + E_{уп} + E_{ув} \pm K_{жд} \geq 0 \\ E_{гп} = -E_{гп}^{доп} \pm K_{гп} \geq 0 \end{cases} \quad (9)$$

де $E_{го}$, $E_{жд}$, $E_{гп}$ – відповідно економія витрат вантажовідправника, залізниці та вантажоотримувача; Δn – скорочення експлуатаційного парку вантажних вагонів, що

здіянні для перевезень, порівняно з відправленням немаршрутизованого вагонопотоку; $E_{го}^{доп}$, $E_{гп}^{доп}$ – додаткові приведені витрати відповідно вантажовідправників та вантажоотримувачів, що пов'язані з виконанням на їх під'їзних коліях початкових та кінцевих операцій з формування та погашення поїздопотоків; E_n, E_k – відповідно скорочення експлуатаційних витрат станцій примикання до під'їзних колій у зв'язку з перенесенням виконання початкових та кінцевих операцій на колії незагального користування, а також через виключення операцій подачі–прибирання вагонів маневровими локомотивами; $E_{уп}, E_{ув}$ – відповідно скорочення експлуатаційних витрат залізниць у зв'язку з відсутністю перевезень вагонів на ділянках, що примикають до станцій навантаження та вивантаження, в збірних, вивізних, передаточних поїздах; $K_{го}, K_{жд}, K_{гп}$ – компенсації учасника/учаснику перевізного процесу додаткових витрат, пов'язаних з маршрутизацією перевезень.

З метою техніко-експлуатаційної оцінки заходів з маршрутизації перевезень виконано дослідження ефективності організації прямих відправницьких маршрутів з порожніх вагонів зі станції Хімічна на станцію Золотнішине (Південна залізниця) під завантаження залізородною сировиною з ПАТ «Полтавський ГЗК». При сучасній організації перевезень завантажені котунами вагони прямують відправницькими маршрутами зі станції Золотнішине на станцію Хімічна. Порожні вагони у складі передаточних поїздів прямують зі станції Хімічна на станцію Чорноморська, де переробляються і в складі наскрізних поїздів прямують на станцію Золотнішине. У результаті моделювання процесу руху вагонів на маршруті встановлено, що скорочення тривалості обігу вагонів складає 7,91 год. Для практичної перевірки ефективності маршрутизації порожніх вагонопотоків з «ГІС» на ПАТ «Полтавський ГЗК» в період з 19.06.2012 по 12.07.2012 реалізовано експеримент з формування відправницьких маршрутів на промисловій станції Хімічна. При цьому як інфраструктурне забезпечення формування маршрутів на станції Хімічна було виділено дві колії для накопичення та відправлення поїздів із порожніх вагонів. Для порівняння було також розглянуто результати роботи в період з 5.06.2012 по 18.06.2012 та з 13.07.2012 по 27.07.2012, коли порожні вагони направлялися на станцію Чорноморська у передаточних поїздах за існуючою технологією. У результаті експерименту було отримано дві вибірки значень часу перебування вагонів у системі «станція Хімічна – станція Чорноморська»: $X = \{x_1, x_2, \dots, x_{N_x}\}$, що відповідає відправленню порожніх вагонів маршрутами (обсяг вибірки $N_x = 143$), та $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_{N_y}\}$, що відповідає існуючому порядку відправлення порожніх вагонів (обсяг вибірки $N_y = 123$).

Встановлено, що скорочення часу перебування вагона в системі «станція Хімічна – станція Чорноморська» являє собою випадкову величину ΔE , що розподілена за нормальним законом з математичним сподіванням 6,94 год. При цьому із ймовірністю 0,95 можна стверджувати, що середнє значення величини ΔE знаходиться в межах [3,47; 10,41] год. Таким чином, результати експерименту добре збігаються з результатами моделювання. У цілому середній економічний ефект у логістичному ланцюзі постачання залізородної сировини з ПАТ «Полтавський ГЗК» у Транспортний вузол «ГІС» складає 8,6 млн грн на рік, а мінімальний – 3,6 млн грн на рік. Однак вказаний ефект від маршрутизації не рівноцінно розподіляється між учасниками перевізного процесу. Так, залізниця отримує економію витрат,

пов'язаних з переробкою вагонів і перечепленням локомотивів на станції Чорноморська; економія Полтавського ГЗК (вантажовідправника) в основному пов'язана зі скороченням обігу вагонів і має імовірнісний характер; «ТІС» (вантажоотримувач) несе додаткові витрати через необхідність утримання додаткової колійної ємності для накопичення й формування маршрутів.

Суттєвою проблемою, що виникає при оцінці заходів з маршрутизації вагонопотоків із власних вагонів, є імовірнісний характер економії витрат на використання вантажних вагонів. Так, середня швидкість доставки порожніх вагонів на маршруті станція Хімічна – станція Золотнішине при існуючій технології перевезень складає 14,2 км/год, а при маршрутизації перевезень буде становити 18,1 км/год. У той же час, згідно з «Правилами перевезень вантажів», допустимою є швидкість доставки маршрутних відправок на цьому напрямку 5,35 км/год.

Вирішення проблеми може бути досягнуто шляхом організації руху завантажених та порожніх поїздів за розкладом. Існуючі методи оцінки ефективності заходів з переведення вантажних поїздів за розкладом орієнтовані на зменшення витрат залізниці за рахунок підвищення ефективності використання локомотивів і локомотивних бригад. При цьому процесам, що відбуваються на станціях відправлення та прибуття вантажів, приділяється менше уваги. Як основний метод забезпечення відправлення вантажних поїздів за розкладом розглядалося створення резервів вагонів на станції відправлення. Дослідження виконувалися з використанням моделі руху вагонів у кільцевому маршруті, яка була розроблена в розд. 3. Для визначення величини додаткового простою вагонів в очікуванні нитки графіка виконано серію імітаційних експериментів з моделлю, у яких варіювалися обсяги відправлення від 2 до 6 ниток. Для кожних розмірів руху ставилося $m_{оп} = 10$ паралельних дослідів. При цьому кількість вагонів n у системі приймається такою, щоб виконувалась умова $n > n_{рп}$. У ході кожного дослідів протягом розрахункового періоду P фіксувався середній час руху вагонів у завантаженому $t_{зв}$ та порожньому станах $t_{пр}$, вагоно-години простою вагонів на станціях відправлення $T_в$ та призначення $T_п$, мінімальна кількість вагонів, що перебували в накопиченні на станції відправлення $m_{мв}$ та призначення $m_{мп}$. Середній простій вагонів на станціях відправлення та призначення визначається за формулами відповідно

$$t_в = \frac{T_в - m_{мв}P}{n_в}, \quad t_п = \frac{T_п - m_{мп}P}{n_п}. \quad (10)$$

В результаті отримано нелінійну залежність величини додаткового простою вагонів $t_{дод}$ від розмірів руху N_p .

У цілому при організації руху вантажних поїздів за розкладом для планових обсягів перевезення 8 млн т залізничної сировини з Полтавського ГЗК в Транспортний вузол «ТІС» досягається підвищення маршрутної швидкості руху на 85 % та скорочення обігу вагонів на 21 год (20 %), що забезпечує економічний ефект від скорочення витрат на залізничні вагони не менше 2,5 млн USD на рік. Вказана величина складає 4,8 % загальних витрат вантажовідправника на послуги залізничної інфраструктури та локомотивної тяги. Збільшення плати залізницею у вказаних межах компенсується підвищенням якості послуги й не призведе до підвищення логістичних витрат вантажовідправника на перевезення. З іншого боку, результати

моделювання показали, що впровадження твердих ниток графіка для руху поїздів з масовими вантажами забезпечує зниження коефіцієнта добової нерівномірності перевезень з 1,46 до 1, а це безпосередньо впливає на величину локомотивного парку та штат локомотивних бригад Укрзалізниці, використання пропускної та провізної спроможності ділянок, а також на потрібну потужність навантажувальних та розвантажувальних засобів Полтавського ГЗК та «ТІСу». Тому організація руху поїздів за розкладом може бути основою удосконалення внутрішніх технологічних процесів підприємств та форсування пропускної спроможності транспортної системи в періоди збільшення обсягів перевезень.

У п'ятому розділі удосконалено методи визначення собівартості залізничних перевезень за рахунок виділення термінальної складової та оцінки вартості маршрутизації перевезень.

Економія витрат залізниць при перевезенні вантажів маршрутними відправками включає такі елементи: економію витрат на дільницях навантаження та вивантаження, що пояснюється відсутністю потреби у використанні збірних, передаточних та вивізних поїздів; економію витрат на технічних станціях у зв'язку з відсутністю переробки вагонів; економію, викликану скороченням часу користування інвентарними вагонами. Окрім того, у випадку, якщо прямування вагонів здійснюється на колії незагального користування в поїзному режимі, то в залізниці виникає економія витрат, яка пов'язана зі зменшенням витрат на подачу та прибирання вагонів і на виконання початкових та кінцевих операцій.

Визначення величини складових економії виконано на підставі розрахункових формул «Збірника тарифів», відповідно до якого інфраструктурна складова ставки плати за операцію руху завантажених вагонів визначається на підставі поліномів виду

$$T_{\text{двл}} = a_1 + b_1 k_L + P(c_1 + d_1 k_L) Lk, \quad (11)$$

де a_1, b_1, c_1, d_1 – постійні коефіцієнти; k_L – коефіцієнт, що коригує вартість перевезення відповідно до інтенсивності вантажних операцій; P – розрахункова маса вантажу; L – середня відстань тарифного поясу; k – коефіцієнт, що коригує вартість операції руху залежно від відстані перевезень.

Урахування використання збірних, передаточних та вивізних поїздів у (11) виконується за допомогою коефіцієнта k , який набуває значень від 1,138 до 0,902041536. При перевезенні маршрутними відправками запропоновано використовувати мінімальне значення коефіцієнта k . Економію витрат від усунення переробки вагонів на технічних станціях запропоновано визначати за формулою

$$E_{\text{тех}} = \frac{Lz_{\text{пер}}}{\sum ns} e_{\text{пер}} (1+r), \quad (12)$$

де $z_{\text{пер}}$ – кількість переробок транзитних вагонів на мережі за рік; $\sum ns$ – річні вагоно-кілометри пробігу вантажних вагонів; $e_{\text{пер}}$ – середня мережева витратна ставка вартості переробки одного вагона; r – коефіцієнт рентабельності до собівартості перевезень.

Коригування витрат, пов'язаних з вагонною складовою, також здійснено за рахунок коефіцієнта k . На основі виконаних розрахунків отримано значення знижувальних коефіцієнтів до тарифу. Оцінку вартості початково-кінцевих операцій

(ПКО) виконано на основі аналізу можливих джерел покриття витрат на вантажні перевезення та за результатами дослідження технології виконання ПКО з вагонами у випадку здійснення приймально-здавальних операцій на магістральних станціях та подачі-прибирання вагонів на під'їзні колії маневровим порядком, а також у випадку прямування вагонів на/з під'їзних колій у складі організованих поїздів з виконанням приймально-здавальних операцій на місцях незагального користування. За результатами досліджень величина знижки за ПКО для приватних терміналів для вагонів власності залізниць оцінена у 155 грн, а для власних (орендованих) вагонів – у 134 грн на вагон.

Подача вагонів на під'їзні колії у складі організованих поїздів без переформування на станціях примикання являє собою продовження перевізного процесу. У цьому зв'язку пропонується розділити інфраструктурну складову тарифу на власне інфраструктурну та локомотивну. Величину останньої пропонується розраховувати залежно від повної відстані перевезень незалежно від власника інфраструктури.

Мінімальне технічне оснащення приватних терміналів повинно забезпечувати прямування поїздів, як мінімум, до найближчої сортувальної станції (не враховуючи станцію примикання). Стимули для розвитку й утримання відповідного технічного забезпечення надає економія від плати за початково-кінцеві операції та подачу-прибирання вагонів. Окрім того, такі термінали можуть надавати послуги з формування прямих відправницьких маршрутів або маршрутів у розпилення. Накопичення маршрутного призначення вимагає виділення додаткової колії, а якщо вагонопотік перевищує 200 вагонів на добу, то двох додаткових колій. У результаті досліджень визначено залежність вартості послуг з накопичення маршрутів від середнього добового вагонопотоку яка наведена на рис. 2.

На основі аналізу встановлено, що у випадку, якщо для маршрутних відправок будуть застосовуватися знижувальні коефіцієнти, то розвиток додаткової інфраструктури та її утримання є доцільним при добовому вагонопотоці 75 і більше вагонів. Якщо вказані витрати будуть частково покриватися за рахунок економії плати за користування вагонами, маршрутизація вагонопотоків буде доцільною при добовому вагонопотоці понад 50 вагонів. Після закінчення періоду окупності капітальних видатків економія витрат у логістичних ланцюгах

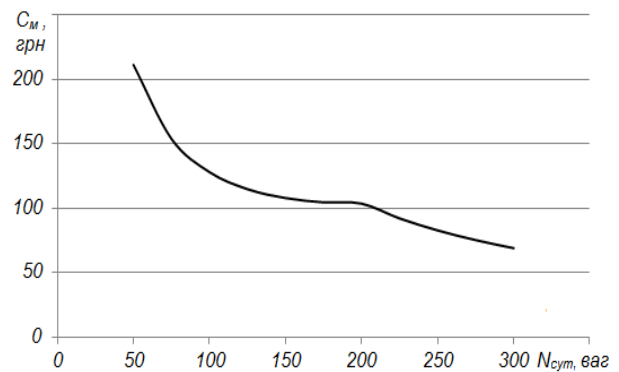


Рисунок 2 – Залежність вартості послуг з формування відправницьких маршрутів від добового вагонопотоку

поставки вітчизняних вантажів на експорт та транзитних вантажів складе 84 млн грн. на рік. Удосконалення тарифної політики залізниць з метою демонополізації сектору термінальних операцій у портах дозволить наблизити величину тарифу до собівартості перевезень, створить умови до інвестування коштів у термінальну транспорту інфраструктуру, дозволить зменшити загальні логістичні витрати на перевезення вантажів і в результаті, з одного боку, підвищити ефективність та привабливість для вантажовласників транспортної системи України, з іншого – збільшити конкурентоспроможність вітчизняних товарів на зовнішніх ринках.

У додатках наведено інформацію про впровадження дисертаційної роботи та результати розрахунків.

ВИСНОВКИ

Дисертаційна робота містить отримані автором результати, які в сукупності вирішують науково-практичне завдання підвищення ефективності взаємодії залізничного та водного транспорту за рахунок експлуатації приватних припортових станцій. Виконані в роботі дослідження дозволяють зробити такі висновки та пропозиції:

1. Аналіз наукових робіт, присвячених проблемі удосконалення перевезень вантажів у залізнично-водному сполученні та організації роботи припортових залізничних станцій, показав, що на сьогодні однією з основних проблем транспортної галузі є диспропорція в розвитку морських портів та залізничної інфраструктури, що забезпечує доставку вантажів у них. Розв'язання проблеми може досягатися за рахунок залучення інвестицій у розвиток приватної припортової залізничної інфраструктури. Експлуатація такої інфраструктури потребує удосконалення методів організації роботи припортових станцій та їх взаємодії з іншими учасниками перевізного процесу.

2. Запропоновано удосконалений метод оцінки розрахункових обсягів роботи залізничних станцій, що ґрунтується на методах аналізу часових рядів та математичного моделювання. Розрахункові обсяги роботи визначаються з урахуванням місячної та добової нерівномірності. Місячну нерівномірність пропонується оцінювати по відношенню до тренда показника за останні 3–5 років. Як розрахунковий період для оцінки добової нерівномірності пропонується використовувати 30-тиденний період у попередньому році з найбільшим сумарним обсягом робіт. Розміри розрахункових порожніх вагонопотоків визначено на підставі завантажених вагонопотоків із застосуванням матриці ймовірності використання вагонів під здвоєні операції. Розрахунок коефіцієнтів нерівномірності для умов роботи Транспортного вузла «ТІС» показав, що коефіцієнт місячної нерівномірності складає 1,25, добової нерівномірності – 1,18.

3. Традиційна система оцінки показників функціонування залізничного транспорту, що ґрунтується на визначенні середніх простоїв вагонів на станціях та їх обігу в підрозділах залізниць, не дає точної інформації приватним терміналам для диференціації якості своїх послуг за окремими вантажовласниками та конкуренції за окремі вагонопотоки. У зв'язку з цим запропоновано здійснювати оцінку обігу вагонів і нерівномірності перевезень за окремими вантажовідправниками. Зокрема, статистичний аналіз обігу вагонів, які задіяні при перевезенні залізничної сировини з Полтавського ГЗК в Транспортний вузол «ТІС», показав, що тривалість завантаженого рейсу в середньому на 10,2 години менша ніж порожнього. Тому удосконалення організації вагонопотоків може забезпечити скорочення логістичних затрат, пов'язаних з експортом вантажів.

4. Розроблено графоаналітичну модель функціонування залізничних станцій, яка містить модель технічного забезпечення станції, модель процесу функціонування станції, список об'єктів, що обслуговуються на станції, та список технологій обслуговування об'єктів. Вказані моделі побудовані з використанням методів теорії

графів та об'єктно-орієнтованого аналізу. Запропонована модель забезпечує підвищення швидкості людино-машинної взаємодії за рахунок: автоматизованої побудови плану-графіка роботи станції з урахуванням повного комплексу операцій, що відповідають технології обслуговування об'єктів; автоматизованої модифікації груп операцій і автоматичного розрахунку показників роботи станції. Використання розробленої моделі дозволяє знизити навантаження на інженерів-технологів під час розробки технології роботи станцій та комплексного аналізу їх функціонування за рахунок скорочення рутинних операцій.

5. Для дослідження процесів маршрутизації перевезень розроблена математична модель, що імітує процеси руху вагонів залізницею та їх обслуговування на станціях навантаження та вивантаження. У результаті роботи модель дозволяє визначати час перебування вагонів у окремих стадіях перевізного процесу та загальний парк вагонів, необхідний для здійснення перевезень.

6. Удосконалено метод оцінки ефективності маршрутизації перевезень вантажів залізничним транспортом. На відміну від існуючих підходів ефективність маршрутизації запропоновано оцінювати комплексно – з позицій вантажовідправника, перевізника та вантажоодержувача. На основі імітаційного моделювання виконано оцінку ефективності маршрутизації порожніх вагонопотоків з Транспортного вузла «ТІС» на Полтавський ГЗК. Удосконалення організації вагонопотоків забезпечує скорочення витрат у логістичному ланцюзі в розмірі порядку 8,6 млн грн на рік. Економія витрат для Полтавського ГЗК досягається за рахунок прискорення обігу вагонів, а для залізниці – за рахунок виключення переробки вагонів на станції Чорноморська. Транспортний вузол «ТІС» несе додаткові витрати через необхідність утримання додаткової колійної ємності для накопичення маршрутів. Тому для організації відправницької маршрутизації необхідно забезпечувати компенсації додаткових витрат станціям формування маршрутів.

7. Організація руху вантажних поїздів за розкладом є заходом, що забезпечує підвищення швидкості доставки вантажів та зниження нерівномірності перевезень. Встановлено, що організація руху поїздів за розкладом на маршруті Полтавський ГЗК – Транспортний вузол «ТІС» може забезпечити підвищення швидкості доставки на 85 %. У той же час, необхідність відправлення поїздів точно за розкладом викликає додаткові простої вагонів в очікуванні відправлення тривалістю 1...2 години залежно від розмірів добового вагонопотоку. У цілому запропонований захід забезпечує скорочення обігу вагонів на 20 % та зменшення витрат на перевезення на 4,8 %. Організація руху поїздів за розкладом може бути основою удосконалення внутрішніх технологічних процесів підприємств та форсування пропускної спроможності існуючої транспортної системи в періоди збільшення обсягів перевезень.

8. Удосконалення тарифної політики залізниць з метою демонополізації сектору термінальних операцій дасть можливість наблизити величину тарифу до собівартості перевезень, створить умови для інвестування коштів у термінальну транспортну інфраструктуру, дозволить зменшити загальні логістичні витрати на перевезення вантажів і в результаті підвищити конкурентоспроможність вітчизняних товарів на зовнішніх ринках. Економічною основою для розвитку приватних залізничних станцій є введення знижувальних коефіцієнтів для відправницьких маршрутів, а також надання знижок за виконання початково-кінцевих операцій для приватних

станцій, прямування вагонів на які та з яких виконується у складі організованих поїздів.

9. Отримано залежність вартості послуг з формування відправницьких маршрутів від добового вагонопотоку. Встановлено, що у випадку, коли для маршрутних відправок будуть застосовуватися знижувальні коефіцієнти, розвиток додаткової інфраструктури і її утримання є доцільним при добовому вагонопотоці 75 і більше вагонів. Якщо вказані витрати будуть частково покриватися за рахунок економії плати за користування вагонами, маршрутизація вагонопотоків буде доцільною при добовому вагонопотоці понад 50 вагонів.

10. Оцінка логістичних витрат, пов'язаних з перевезеннями вантажів залізничним транспортом у Транспортний вузол «ГІС» для перевантаження на морський транспорт, показує, що розвиток його (по-моєму, необхідно уточнити: залізничної) інфраструктури забезпечує скорочення витрат на доставку вантажів у морські порти після закінчення періоду окупності на 84 млн грн на рік.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Верлан, А. И. Совершенствование методов стимулирования отправительской маршрутизации на железнодорожном транспорте / А. И. Верлан // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – 2014. – № 1(49). – С. 75–85.

2. Верлан, А. И. Графо-аналитическая модель функционирования железнодорожных станций / А. И. Верлан // Восточно-Европейский журн. передовых технологий. – 2014. – Т. 6, № 3(72). – С. 21–26.

3. Козаченко, Д. Н. Исследование эффективности организации перевозок металлургических грузов по расписанию / Д. Н. Козаченко, А. И. Верлан, Ю. Н. Германюк // Вестник Белорусского государственного университета транспорта: Наука и транспорт. – 2013. – № 1(26). – С. 52–55.

4. Козаченко, Д. М. Удосконалення методів оцінки роботи залізничного транспорту у сфері міжнародних транзитних перевезень / Д. Н. Козаченко, А. И. Верлан, Ю. Н. Германюк // Залізничний транспорт України. – 2013. – № 2(99). – С. 40–42.

5. Верлан, А. І. Підвищення ефективності управління приватним вагонним парком за рахунок відправницької маршрутизації порожніх вагонопотоків / А. І. Верлан, Д. М. Козаченко, Р. В. Вернигора // Залізничний транспорт України. – 2012. – № 6. – С. 35–37.

6. Козаченко, Д. Н. Оценка эффективности маршрутизации перевозки массовых грузов железнодорожным транспортом в современных условиях / Д. Н. Козаченко, Р. В. Вернигора, А. И. Верлан // Збірник наукових праць Донецького ін-ту залізн. трансп. Укр. держ. акад. залізн. трансп. – 2012. – Вип. 31. – С. 25–29.

7. Верлан, А. И. Совершенствование методов технико-экономической оценки эффективности перевозки грузов отправительскими маршрутами / А. И. Верлан, Е. П. Пинчук, И. Л. Журавель // Збірник наукових праць Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна «Транспортні системи та технології перевезень». – Дніпропетровськ : Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В.

Лазаряна, 2014. – Вип. 7. – С. 10–14.

Додаткові праці:

8. Верлан, А. И. Совершенствование организации вагонопотоков в логистической цепи поставки железнорудного сырья с Полтавского ГОКа в транспортный узел ТИС / А. И. Верлан, Д. Н. Козаченко, А. М. Шепета // Збірник наукових праць Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна «Транспортні системи та технології перевезень». – Дніпропетровськ : Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2012. – Вип. 3. – С. 20–24.

9. Козаченко, Д. Н. Исследование перевозок грузов в условиях организации движения грузовых поездов по расписанию / Д. Н. Козаченко, А. И. Верлан, В. О. Баланов // Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту: тези 73-ї Міжнар. науково-практ. конф. (Дніпропетровськ, 23–24 травня 2013 р.). – Дніпропетровськ : ДНУЗТ, 2013. – С. 142–143.

10. Козаченко, Д. Н. Совершенствование управления вагонами частного парка / Д. Н. Козаченко, А. И. Верлан, Р. В. Вернигора // Проблеми безопасности на транспорте : материалы VI междунар. научно-практ. конф., 29–30 нояб. 2012 г., г. Гомель / Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель, 2012. – С. 25–27.

11. Козаченко, Д. Н. Совершенствование логистики перевозок металлургических грузов на основании использования твердых ниток движения грузовых поездов / Д. Н. Козаченко, А. И. Верлан, Ю. Н. Германюк // Проблеми и перспективы развития транспортных систем и строительного комплекса : материалы III Междунар. научно-практ. конф. (Гомель, 17-18 октября 2013 г.). – Гомель : БелГУТ, 2013. – С. 82–84.

12. Верлан, А. И. Перспективы развития морского терминала навалочных грузов «Трансинвестсервис» / А. И. Верлан, Ф. Н. Доброносков // Перспективи взаємодії залізниць та промислових підприємств : тези доп. 1-ї Міжнар. науково-практ. конф. (Моршин, 23-25 лютого 2012 р.). – Дніпропетровськ : ДНУЗТ, 2012. – С. 16–18.

13. Верлан, А. И. Проблемы маршрутизации вагонопотоков в условиях эксплуатации частного парка грузовых вагонов / А. И. Верлан, Е. П. Пинчук // Перспективи взаємодії залізниць та промислових підприємств : тези доп. II Міжнар. науково-практ. конф. (с. Кострине, 21-23 лютого 2013 р.). – Дніпропетровськ : ДНУЗТ, 2013. – С. 6–9.

14. Верлан, А. И. Пути повышения эффективности взаимодействия железнодорожного и морского транспорта / А. И. Верлан, Н. И. Березовый, В. В. Малашкин // Перспективи взаємодії залізниць та промислових підприємств : тези доп. III Міжнар. науково-практ. конф. (Дніпропетровськ, 27-28 лютого 2014 р.). – Дніпропетровськ : ДНУЗТ, 2014. – С. 4–6.

15. Козаченко, Д. Н. Совершенствование логистики экспортных перевозок железнорудного сырья в транспортный узел ТИС / Д. Н. Козаченко, Р. В. Вернигора, А. И. Верлан // Железнодорожные перевозки горно-металлургических грузов РФ : тезисы III междунар. конф. (Москва, 1-2 ноября 2012 г.). – Москва : Maxconference, 2012. – С. 52–53.

16. Козаченко, Д. Н. Совершенствование логистики перевозки грузов на основании движения грузовых поездов по расписанию / Д. Н. Козаченко, А. И. Вер-

лан, Ю. Н. Германюк // Транзитный потенциал Украины. Эффективная инфраструктура и логистика на транспорте в странах Юго-Восточной Европы : сборник трудов 16-й Междунар. конф. по транспорту и логистике, г. Одесса, 15-16 октября 2013 г. – Одесса, 2013. – С. 89.

АНОТАЦІЯ

Верлан А. І. Підвищення ефективності перевезень вантажів у залізнично-водному сполученні за рахунок розвитку приватних припортових станцій. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту. – Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Дніпропетровськ, 2015.

Дисертаційна робота містить отримані автором результати, які в сукупності вирішують науково-практичне завдання підвищення ефективності взаємодії залізничного та водного транспорту за рахунок експлуатації приватних припортових станцій.

В ході досліджень розвитку транспортної системи України встановлена невідповідність технічного забезпечення припортових станцій перевантажувальним спроможностям портів. Проблему пропонується вирішувати за рахунок розвитку приватних припортових станцій. Запропоновано удосконалений метод оцінки розрахункових обсягів роботи залізничних станцій, що ґрунтується на методах аналізу часових рядів та математичного моделювання. Запропоновано метод оцінки ефективності роботи станції по окремим вантажопотокам. Розроблена графоаналітична модель для оцінки техніко-експлуатаційних характеристик залізничних станцій та модель руху вагонів у кільцевому маршруті. Встановлено, що маршрутизація перевезень масових вантажів та організація руху поїздів з ними за розкладом дозволяє зменшити логістичні витрати. Показано, що впровадження удосконалених технологій перевезень призводить до збільшення витрат припортових станцій. Запропоновані удосконалені методи тарифікації залізничних перевезень, що створюють стимули у розвиток приватної припортової інфраструктури.

Ключові слова: залізнична станція, залізнично-водне сполучення, імітаційне моделювання, маршрутизація перевезень, залізничний тариф

АННОТАЦИЯ

Верлан А. И. Повышение эффективности перевозок грузов в железнодорожно-водном сообщении за счет развития частных припортовых станций. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.20 – эксплуатация и ремонт средств транспорта, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Днепропетровск, 2015.

Диссертационная работа содержит полученные автором результаты, которые в совокупности решают научно-практическую задачу повышения эффективности взаимодействия железнодорожного и водного транспорта за счет эксплуатации

частных припортовых станций.

В ходе исследований развития транспортной системы Украины установлено несоответствие технического обеспечения припортовых станций перегрузочным способностям морских портов. Одной из причин такой ситуации является то, что в отрасли портовой деятельности в Украине сформировано конкурентную среду и обеспечен приток частных инвестиций. В то же время железнодорожные перевозки практически полностью находятся в монопольном секторе рынка и ощущают хронический дефицит средств для развития. Решением проблемы может быть развитие за счет частных инвестиций частных припортовых станций. Примером такой станции является припортовая станция Химическая, которая обслуживает морской торговый порт Южный. Эксплуатация частных припортовых станций имеет ряд особенностей, которые рассмотрены в диссертации.

Частные станции ограничены в возможности сглаживания неравномерности перевозок за счет остальной транспортной сети. В этой связи к соответствию технического оснащения частных станций их объемам работы предъявляются повышенные требования. В диссертации с использованием методов анализа временных рядов и математического моделирования разработан усовершенствованный метод определения расчетных объемов работы для железнодорожных станций.

Характерной особенностью функционирования частных припортовых станций в рыночных условиях является то, что они участвуют в конкурентной борьбе за отдельные грузопотоки. Традиционная система оценки показателей функционирования железнодорожного транспорта, основанная на определении средних простоев вагонов на станциях и их оборота на подразделениях железных дорог, не обеспечивает возможности дифференциации качества услуг по отдельным грузовладельцами и соответствующей дифференциации тарифов. В этой связи в диссертации предложено выполнять оценку оборота вагонов, следующих через станцию и неравномерности перевозок по отдельным грузоотправителям.

Разработана графоаналитическая модель функционирования железнодорожных станций, которая содержит модель технического оснащения станции, модель процесса функционирования станции, список объектов, обслуживаемых на станции и список технологий обслуживания объектов. Предложенная модель обеспечивает повышение скорости человеко-машинного взаимодействия за счет: автоматизированного построения плана-графика работы станции с учетом полного комплекса операций, соответствующие технологии обслуживания объектов; автоматизированной модификации групп операций и автоматического расчета показателей работы станции. Для исследования процессов маршрутизации перевозок разработана математическая модель, имитирующая процессы движения вагонов по железной дороге и их обслуживания на станциях погрузки и выгрузки. В результате работы модель позволяет определять время нахождения вагонов в отдельных стадиях перевозочного процесса и общий парк вагонов, необходимый для осуществления перевозок.

Исследованы вопросы эффективности маршрутизации перевозок в современных условиях. Показано, что действующая методика оценки эффективности маршрутизации, разработанная для условий обращения единого парка вагонов и принадлежности грузоотправителя, грузополучателя и перевозчика государственной соб-

ственности не может применяться в настоящее время так, как все участники имеют собственные цели. Предложена усовершенствованная методика оценки эффективности маршрутизации.

Для стимулирования инвестиций в развитие частных припортовых станций предложены изменения к системе тарификации железнодорожных перевозок, которые основываются на предоставлении скидок на выполнение начально-конечных операций и при отправлении грузов маршрутными отправками, а также на изменении методики расчета платы за подачу-уборку вагонов, следующих на пути необщего пользования в поездном режиме.

Внедрение разработанных предложений позволяет обеспечить окупаемость капитальных инвестиций в развитие припортовых станций в приемлемые сроки и снижение расходов в логистических цепях поставки грузов на экспорт в железнодорожно-водном сообщении.

Ключевые слова: железнодорожная станция, железнодорожно-водное сообщение, имитационное моделирование, маршрутизация перевозок, железнодорожный тариф

SUMMARY

Verlan A. I. Increase of efficiency of railway-marine goods transportation through the development of private port stations. – Manuscript.

Dissertation for the degree of candidate of technical sciences, specialty 05.22.20 – exploitation and repair of transport means. – Dnipropetrovsk national university of railway transport named after academician V. Lazaryan, Dnipropetrovsk, 2015.

The dissertation contains the results obtained by the author, which together solve scientific and practical task of improving the efficiency of interaction between railway and marine through the operation of private port stations.

During research of Ukrainian transport system the discrepancy between port transshipment capacity and port stations capacity was detected. Proposed to solve the problem through the development of private port stations. An improved method for estimating the calculated volume of work of railway stations, that based on the methods of time series analysis and mathematical modeling was proposed. The method of estimation of the efficiency of station's operation on individual cargo flows was proposed.

Semigraphical model of railway stations operation for technical and operational evaluation of their technology and model of car moving in circular route were developed. It was showed that the using of unit train and organization trains moving by schedule allow to reduce logistics costs. It was showed that introduction of advanced technology of transportation causes of increasing costs of port station. Improved structure of railway tariff that creating incentives for the development of private port infrastructure was worked out.

Keywords: railway station, railway-marine transportation, simulation model, unit train, railway tariff

ВЕРЛАН АНАТОЛІЙ ІВАНОВИЧ

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ
У ЗАЛІЗНИЧНО-ВОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ ЗА РАХУНОК
РОЗВИТКУ ПРИВАТНИХ ПРИПОРТОВИХ СТАНЦІЙ**

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Надруковано згідно з оригіналом автора

Підписано до друку 18.09.2015 р.
Формат 60x84 1/16. Ум. др. арк. 0,9. Обл.-вид. арк. 1,0.
Тираж 100 прим. Замовлення № 600.

Видавництво Дніпропетровського національного університету
залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна

Свідоцтво суб'єкта видавничої діяльності ДК №1315 від 31.03.2003

Адреса видавця та дільниці оперативної поліграфії:
вул. Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, 49010.