

Українська державна академія залізничного транспорту

**Носенко Микола Петрович**

УДК 656.212:656.225

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ  
ЗАЛІЗНИЧНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ  
ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

05.22.01 – транспортні системи

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Харків – 2010

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Українській державній академії залізничного транспорту на кафедрі “Управління експлуатаційною роботою”, Міністерство транспорту та зв’язку України

**Науковий керівник:**

кандидат технічних наук, доцент

**Кулешов Вячеслав Михайлович,**

Українська державна академія залізничного транспорту,  
кафедра “Управління експлуатаційною роботою”,  
професор кафедри

**Офіційні опоненти:** доктор технічних наук, професор

**Нагорний Євген Васильович,** Харківський національний автомобільно-дорожній університет МОН України, кафедра “Транспортні технології”, завідувач кафедри;

кандидат технічних наук, доцент

**Козаченко Дмитро Миколайович,** Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна Міністерства транспорту та зв’язку України, начальник науково-дослідної частини, доцент кафедри “Управління експлуатаційною роботою”.

Захист відбудеться “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 201\_\_ р. о \_\_\_\_\_ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.820.04 в Українській державній академії залізничного транспорту за адресою: 61050, м. Харків, майдан Фейєрбаха, 7

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Української державної академії залізничного транспорту за адресою: 61050, м. Харків, майдан Фейєрбаха, 7

Автореферат розісланий “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 201\_\_ р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради

Прохорченко А.В.

Носенко Микола Петрович

УДК 656.212:656.225

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ  
ЗАЛІЗНИЧНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ  
ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

05.22.01 – транспортні системи

**Автореферат**

дисертації на здобуття наукового ступеню  
кандидата технічних наук

Надруковано згідно з оригіналом автора

Відповідальний за випуск

к. т. н., доцент Лаврухін О.В.

---

Підписано до друку “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 200\_\_ р.

Формат паперу 60x84 1/16.

Папір для множних апаратів.

Умовн.-друк. арк. 0,9. Обл.-вид. арк. 1,1 Безкоштовно.

Замовлення № \_\_\_\_\_. Тираж 100 прим.

---

Видавництво УкрДАЗТу. Свідоцтво ДК № 2874 від 12.06.2007 р.  
Друкарня УкрДАЗТу: 61050, м. Харків, майдан Фейєрбаха, 7

# ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

## Вступ

Відповідно до Концепції державної програми реформування залізничного транспорту, Транспортною стратегією України на період до 2020 року та Директив ради Європейського співтовариства, організація перевезень та рівень надання послуг користувачам різних видів транспортних засобів залізничного транспорту у найближчій перспективі повинні у повному обсязі відповідати європейським стандартам, особливо на тих напрямках, що включені як залізничні транспортні системи до міжнародних транспортних коридорів, де термін доставки основних вантажів є основним показником використання елементів цих систем.

Поставлені задачі, в умовах обмежених ресурсів, крім реформування управління перевізним процесом вимагають розробки раціональних рішень щодо удосконалення технологій та конструкції вирішальних вантажних станцій, де зароджуються та погашаються основні вагонопотоки, а також сортувальних станцій, де вони переробляються на шляху прямування від вантажовідправника до вантажоотримувача.

За останні 10 років обіг вагона неухильно зменшувався, скорочувалась також тривалість знаходження вагонів на технічних станціях, але простій місцевих вагонів на станціях навантаження-вивантаження збільшувався, що пояснюється недосконалою технологією використання елементів залізничних транспортних систем (надалі ЕЗТС): колій, локомотивів, сортувальних пристроїв, навантажувально-розвантажувальних засобів технічних і вантажних станцій у залізничних вузлах та на напрямках.

## Актуальність теми дисертації

У зв'язку із значною зношеністю основних технічних засобів, термін використання яких в середньому перевищує 70%, пропускна і переробна спроможність їх, а також, надійність в експлуатації, на протязі останніх років постійно зменшуються, що не дозволяє отримувати оптимальні показники роботи залізничних транспортних систем. В результаті чого зростають простої рухомого складу, нераціонально використовуються маневрові засоби та перевантажувальні машини, виникають додаткові перерви при виконанні основних технологічних операцій, що досягають половини часу знаходження вагонів на вирішальних вантажних та технічних станціях.

Існуючий перерозподіл маневрової та сортувальної роботи між основними станціями у залізничних вузлах при формуванні не тільки передаточних але і інших категорій поїздів не забезпечує мінімізацію експлуатаційних витрат та суттєво впливає на ефективність використання елементів залізничних транспортних систем і складає одну з найважливіших задач, яка науково ще недостатньо вивчена. В дослідженнях вчених мало приділено уваги обслуговуванню вантажовідправників і вантажоотримувачів у залізничних вузлах з урахуванням стабільної доставки вантажів на основі використання сумісного плану формування та жорсткого графіку руху поїздів, а тому тема дисертації, що спрямована на підвищення ефективності використання ЕЗТС при організації вантажних перевезень є актуальною і складає окрему науково-прикладну задачу.

## Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота виконана на кафедрі „Управління експлуатаційною роботою” Української державної академії залізничного транспорту (УкрДАЗТ) згідно з Концепцією державної програми реформування залізничного транспорту України, Транспортною стратегією України на період до 2020 року, Законом України „Про енергозбереження”, а також науково-дослідними роботами „Дослідження впливу експлуатаційних факторів на оборот вантажного вагона та його оптимізація на залізницях України” (№ ДР 0105U000078), „Розробка і дослідження технології перевізного процесу на залізничному транспорті на основі ресурсозбереження (№ ДР 0105U000898).

## Мета і задачі дослідження

Метою роботи є підвищення ефективності використання елементів залізничних транспортних систем при організації вантажних перевезень, що дозволить розробляти оптимальні організаційно-технічні та реконструктивні заходи по удосконаленню технології роботи вантажних і сортувальних станцій у єдиному комплексі, забезпечуючи виконання сумісного плану формування та жорсткого графіку руху поїздів, сприяючи ресурсозбереженню та скороченню загальних експлуатаційних витрат.

Реалізація цієї мети можлива при постановці і вирішенні наступних задач:

- аналіз використання елементів транспортних систем залізничних станцій, парку вагонів різних власників у перевізному процесі та наукових досліджень щодо підвищення ефективності обслуговування вантажовідправників та вантажоотримувачів;
- розробка моделі ефективного використання елементів залізничних транспортних систем вантажних і сортувальних станцій у залізничному вузлі;
- розробка моделі обслуговування вантажовідправників та вантажоотримувачів у залізничному вузлі;
- розробка моделі доставки вантажів у взаємодії вантажовідправників, станцій відправлення, напрямків прямування, призначення вантажів, вантажоотримувачів на основі використання нечіткої логіки та ресурсозберігаючих технологій;
- удосконалення інформаційної технології управління станційними процесами та доставки вантажів на основі ефективного використання елементів залізничних транспортних систем при організації вантажних перевезень.

*Об'єкт дослідження* - процес організації вантажних перевезень на основі плану формування та жорсткого графіку руху поїздів.

*Предмет дослідження* – використання елементів залізничних транспортних систем при організації вантажних перевезень.

#### Методи досліджень

При аналізі використання елементів транспортних систем залізничних станцій, парку вагонів різних власників у роботі використані методи системного аналізу; методи теорії ймовірностей та математичної статистики використані при розробці моделі розрахунків колійного розвитку вантажних і сортувальних станцій у залізничному вузлі; при створенні моделі обслуговування вантажовідправників та вантажоотримувачів у залізничному вузлі застосовувались методи динамічного програмування і дискретної математики; при розробці моделі доставки вантажів у взаємодії вантажовідправників, станцій відправлення, напрямків прямування, призначення вантажів, вантажоотримувачів використовувались методи нечітких множин, нечіткої логіки, теорії графів та математичного моделювання; удосконалення інформаційної технології управління станційними процесами та доставки вантажів базувались на методах теорії прийняття рішень та економічного аналізу

#### Наукова новизна отриманих результатів

У дисертаційній роботі на основі розробки комплексу моделей вирішено науково-прикладну задачу підвищення ефективності використання елементів залізничних транспортних систем при організації вантажних перевезень, яка доповнює теоретичні основи управління експлуатаційною роботою, існуючу наукову базу за умови ресурсозберігаючого використання вагонів держави та різних власників у міжнародному та прямому сполученнях.

*Вперше запропоновано:*

- модель ефективного використання елементів залізничних транспортних систем вантажних та сортувальних станцій у залізничному вузлі, яка враховує, на відміну від існуючої, доцільність формування передаточних поїздів з опорної сортувальної станції на вантажні з детальним підбиранням вагонів;
- модель обслуговування вантажовідправників та вантажоотримувачів у залізничному вузлі, яка враховує, на відміну від існуючих, розрахункову кількість елементів залізничних транспортних систем опорної сортувальної і вантажних станцій;
- модель доставки вантажів у взаємодії вантажовідправників, станцій відправлення, напрямків прямування, призначення, вантажоотримувачів при перевезенні маршрутами на основі використання

нечітких множин, нечіткої логіки, теорії графів та математичного моделювання, яка враховує, на відміну від існуючих, у комплексі стратегічне, щорічне, щомісячне та змінно-добове планування експлуатаційної роботи.

*Удосконалено:*

- інформаційну технологію управління станційними процесами та доставки вантажів на основі поширення інформаційних засобів АСК ВП УЗ, враховуючі ефективність використання елементів залізничних транспортних систем при організації вантажних перевезень.

#### **Практичні значення отриманих результатів**

Рекомендації, що отримані при розробці комплексу моделей ефективного використання ЕЗТС вантажних і сортувальних станцій, а також при удосконаленні інформаційної технології обробки поїздів і переробки вагонопотоків на основних станціях залізничного вузла в умовах сервісу вантажовідправникам та вантажоотримувачам дозволяють організувати комплексну взаємодію вантажовідправників, станцій відправлення, напрямків прямування, призначення вантажів, вантажоотримувачів на базі сумісного плану формування та жорсткого графіку руху поїздів і здійснювати автоматизований контроль доставки вантажів на основі сучасних економічних підходів до організації перевізного процесу.

Основні результати дисертаційного дослідження використані і впроваджені на основних станціях Харківського залізничного вузла Південної залізниці, а також у навчальному процесі Інституту перепідготовки та підвищення кваліфікації кадрів (ІППК) УкрДАЗТ. За результатом впровадження тривалість знаходження у вузлі місцевого вагона зменшується на 7,0%, а собівартість одного відправленого вагона зменшується на 5,2%. Практичне впровадження результатів роботи підтверджується актами впровадження, що наведені у додатках до дисертації.

#### **Особистий внесок здобувача**

Усі результати дисертаційної роботи отримані особисто автором. У співавторстві опубліковано вісім статей.

Особистий внесок автора полягає в: [1] - запропоновано модель функціонування сортувального комплексу сортувальної станції з урахуванням колійного розвитку; [2] - запропоновано модель розрахунків колійного розвитку основних парків сортувальної станції у співставленні з роботами інших авторів; [3] - запропоновано застосування інтернет-технологій при плануванні перевезень на умовах ресурсозбереження; [4] - надана ресурсозберігаюча технологія визначення колійного розвитку сортувальної станції; [5] - надана модель визначення доцільності підбирання вагонів для вантажних станцій на опорній сортувальній станції вузла; [8] - запропонована модель прогнозування попиту на вантажні перевезення; [9] - надана модель використання власних вагонів операторських компаній на інфраструктурі залізниці; [10] - надана технологія автоматизованого контролю термінів доставки вантажів.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення дисертаційної роботи доповідалися, обговорювалися і були схвалені на 67-71-й міжнародних науково-технічних конференціях кафедр УкрДАЗТ та спеціалістів залізничного транспорту (м. Харків 2005-2009 рр.); на міжнародних науково-практичних конференціях „Наука і освіта” за тематикою „Кращі наукові досягнення” (м. Дніпропетровськ – м. Белгород, 2007, 2008 р.р.), на міжнародній науково – практичній конференції Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту (ДНУЗТ) (м. Дніпропетровськ), 2008 р.

Повністю результати дисертаційної роботи було докладено та схвалено на розширених засіданнях кафедри „Управління експлуатаційною роботою” УкрДАЗТ за участю членів спеціалізованої вченої ради та кафедри „Управління процесами перевезень” Державного економіко-технологічного університету транспорту.

**Публікації.** Відповідно до теми дисертації опубліковано вісім основних наукових робіт у виданнях, що затверджені ВАК України як фахові (дві з них без співавторів) та дві додаткові праці.

**Структура та обсяг роботи.** Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Повний обсяг роботи складає 244 сторінки, з яких обсяг

основного тексту - 135 сторінок, 5 рисунків, 2 таблиці. Список використаних джерел складає 189 найменувань.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовані мета та задачі дослідження, відображені зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, наукова новизна та практична цінність дисертаційної роботи, подано її загальну характеристику.

У першому розділі дисертації розглядається аналіз наукових досліджень з теорії розрахунку і використання ЕЗТС сортувальних та вантажних станцій, а саме, технічного оснащення парків, сортувальних пристроїв, вантажних пунктів, організації вантажних перевезень, використання парку вагонів різних власників у перевізному процесі в Україні та за кордоном, проаналізовано наукові розробки та практичний досвід щодо підвищення ефективності використання ЕЗТС.

Визначенню колійного розвитку парків сортувальних та вантажних станцій, оптимізації параметрів технологічних процесів роботи вузлів, сортувальних, дільничних, вантажних станцій, включаючи їх інформаційні технології і організацію управління експлуатаційною роботою значний вклад внесено у працях Акулінічева В.М., Архангельського Є.В., Бабаєва М.М., Бернгарда К.А., Бобровського В.І., Бойніка А.Б., Буцько Т.В., Буянова В.А., Грунтова П.С., Данька М.І., Долі В.К., Дьякова Ю.В., Єфименка Ю.І., Жуковицького І.В., Загарія Г.І., Івницького В.А., Іловайського М.Д., Козаченка Д.М., Котенка А.М., Крячка В.І., Кудрявцева В.А., Кулешова В.М., Ломотька Д.В., Луханіна М.І., Малахової О.А., Мірошниченка В.М., Мироненка В.К., Мухи Ю.А., Нагорного Є.В., Негрея В.Я., Некрашевича В.І., Нечаєва Г.І., Парунакяна В.Е., Правдіна М.В., Петрова А.П., Потгоффа Г., Персіанова З.А., Самсонкіна В.М., Смахова А.О., Сологуба М.К., Сотнікова І.Б., Сотнікова Є.А., Тихомірова І.Г., Тишкина Є.М., Топчієва М.П., Шабаліна Н.Н., Шибаєва О.Г., Шафіта Є.М., Федотова М.І., Угрюмова А.К., Юценка М.Р., Яновського П.О. та інших.

Однак, внаслідок змінення інтенсивності сучасних вагоно- і поїздопотоків у них недостатньо розглянута ресурсозберігаюча технологія перевезень у вагонах державних і приватних власників, не в повній мірі враховуються нечіткість вхідної інформації, людський фактор, сезонність, про що свідчить нерівномірне виконання планів перевезень та недотримання термінів доставки вантажів. Недостатньо розглянуті гнучкі технології, в тому числі й комбіновані графіки руху, пріоритетність обслуговування вантажних пунктів на станціях вузла з урахуванням їх наявного колійного розвитку.

На підставі аналізу використання ЕЗТС залізничних станцій, парку вагонів різних власників, і практичних підходів до створення конкурентного середовища у перевізному процесі у дисертації наведена структурна схема та постановка задач дисертаційного дослідження.

У другому розділі дисертації обґрунтовано вибір напрямку дослідження, запропонована модель комплексного аналізу використання та технічних розрахунків продуктивності ЕЗТС залізничних станцій на умовах ресурсозбереження. На базі дослідження методами математичної статистики вхідних поїздо- і вагонопотоків на Південній та інших залізницях встановлені параметри (коефіцієнти варіації,

математичне очікування інтервалів тривалості обслуговування, вагоно-годин знаходження вагонів та інші).

В залежності від стабільності, інтенсивності, завантаження, ефективності в першу чергу визначається оптимальне число ЕЗТС, яке б забезпечувало підвищення ефективності роботи всієї системи, а також рівень їх завантаження для можливості прийняття конкретних рішень про придбання нових або заміну існуючих ЕЗТС, або ефективно використання ЕЗТС.

Модель ефективного використання ЕЗТС сортувальних і вантажних станцій вузла базується на оптимізації їх основних параметрів

$$F(K) = f\left(\sum_{i=1}^d (E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5)\right) \Rightarrow \min, \quad (1)$$

де  $E_1$  - витрати, що пов'язані з простоем рухомого складу через виникнення міжопераційних перерв при виконанні основних технологічних операцій;

$E_2$  - витрати, що пов'язані з простоем рухомого складу через невідповідність колійного розвитку інтенсивності надходження поїздів (составів) до даного парку;

$E_3$  - витрати, що пов'язані з простоем вагонів через зайнятість сортувального пристрою;

$E_4$  - витрати, що пов'язані з простоем вагонів через зайнятість маневрових локомотивів;

$E_5$  - витрати, що пов'язані з простоем вагонів через зайнятість перевантажувальних засобів.

В явному вигляді модель після визначення складових витрат приймає вираз

$$\begin{aligned} F(K) = & f\left(\sum_{i=1}^d \left( (8760(M[I_{np}]^{-1} + \delta_p) m_c (t'_{mn} + t''_{mn}) C_{\text{вз}}) + \right. \right. \\ & \left. \left. + (182,5 [N_p \rho^{m_n+1} (1 + v_z^2) (t_{zm}^{\Gamma} + t_{yp}) (m_c \cdot C_{\text{вз}} + C_{\text{лз}}) + N_{\text{сф}} \rho^{\text{в}+1} (1 + v_{\text{в}}^2) (t_{zm}^B m_c C_{\text{вз}})] \right) + \right. \\ & \left. + \left( 8760 \cdot m_c \left\{ \frac{(\rho + \Delta\rho)^2 (1 + v_z^2)}{2[1 - (\rho_z + \Delta\rho)]} + t_r \right\} C_{\text{вз}} \right) + \right. \\ & \left. + (365 N_{\text{сф}} m_{\text{сф}} \Delta t_{\text{зф}} C_{\text{вз}}) + \left( 365 \sum_{i=1}^n n_{\text{зп}i} m_{\text{зп}i} t_{\text{в}} C_{\text{вз}} \right) \right) \Rightarrow \min. \quad (2) \end{aligned}$$

де  $m_p$  - кількість вагонів;  $M_z$  - кількість гірочних локомотивів;  $M_{\text{сф}}$  - кількість маневрових локомотивів;  $Z$  - кількість перевантажувальних механізмів;  $N_p$  - кількість розформованих составів;  $N_{\text{сф}}$  - кількість сформованих составів;  $\rho, \rho_z, \rho_{\text{в}}$  - коефіцієнти завантаження;  $v_z, v_{\text{в}}$  - коефіцієнти варіації тривалості обслуговування на гірці, витяжних коліях;  $T_{mz}$  - період роботи ЕЗТС, год;  $C_{\text{вз}}$  - приведена вартість однієї вагоно-години простою, грн;  $C_{\text{лз}}$  - приведена вартість однієї локомотиво-години маневрової роботи, грн;  $t_r$  - тривалість технологічних операцій на гірці, год;  $t_{zm}^{\Gamma}, t_{zm}^B$  - тривалість затримок на гірці і витяжних коліях, год;  $\Delta t_{\text{зф}}$  - тривалість технологічних операцій на витяжних коліях, год;  $t_{\text{в}}$  - тривалість подавання-забирання місцевих вагонів, год.

При обмеженнях  $\begin{cases} m_p^{\min} \leq m_p \leq m_p^{\max}; M_z^{\min} \leq M_z \leq M_z^{\max}; M_{\text{сф}}^{\min} \leq M_{\text{сф}} \leq M_{\text{сф}}^{\max}; Z_{\min} \leq Z \leq Z_{\max}; \\ N_p^{\min} \leq N_p \leq N_p^{\max}; N_{\text{сф}}^{\min} \leq N_{\text{сф}} \leq N_{\text{сф}}^{\max}; \rho_z^{\min} \leq \rho_z \leq 0,80; T_{mz}^{\min} \leq T_{mz} \leq 24,0 \end{cases}$

Аналіз складових експлуатаційних витрат, що пов'язані з тривалістю міжопераційних перерв показав, що вони залежать від числа розформованих та сформованих составів і від числа колій у відповідних парках (рис. 1). Для парку приймання (ПП) оптимальна кількість колій складає при розформуванні і формуванні  $N_p = N_{\text{сф}} = 50-60$  составів за добу 5-6 колій (7-8 колій з додатковими).



Аналогічними розрахунками отримана оптимальна кількість колій сортувального і відправного парків, яка наведена у дисертаційній роботі.

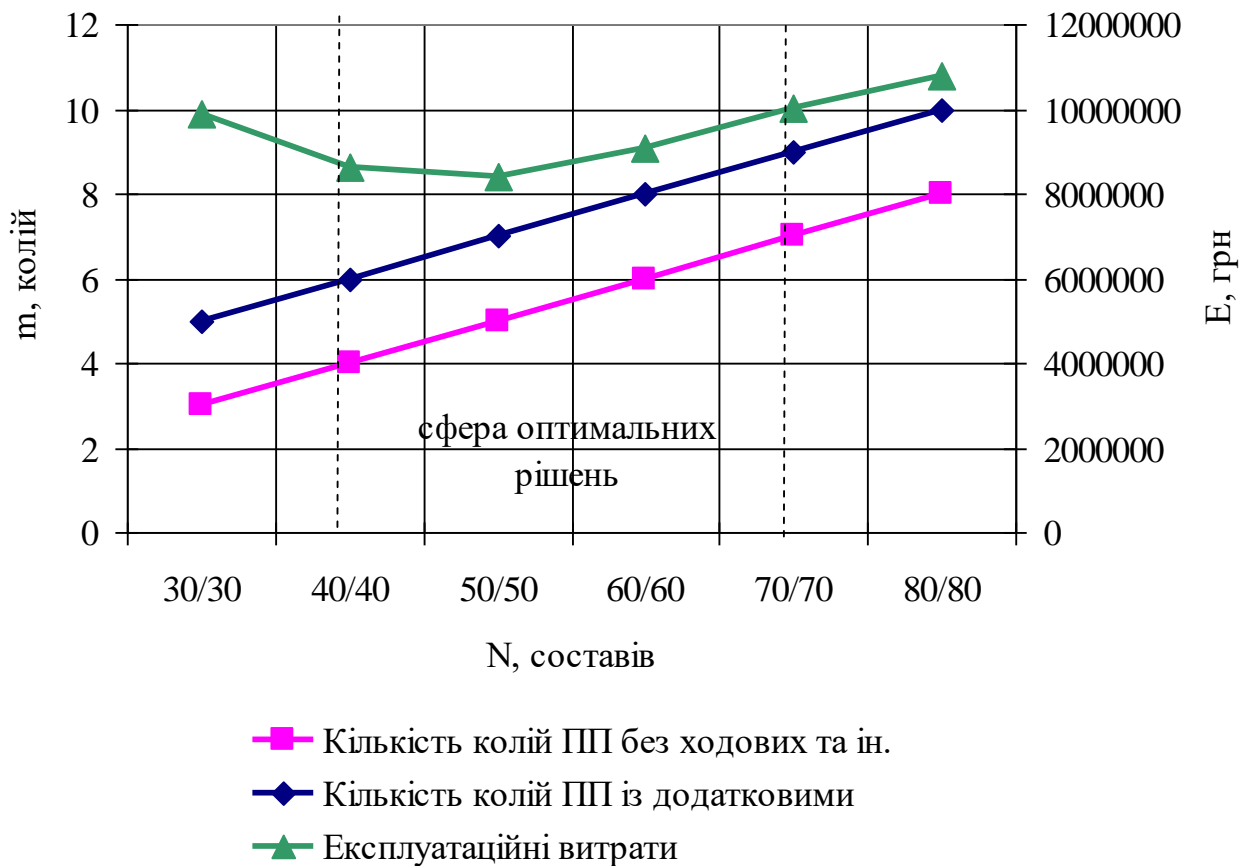


Рис. 1 Залежність експлуатаційних витрат від числа розформованих (чисельник) та сформованих (знаменник) составів, числа ЕЗТС (колій парку ПП) сортувальної станції

Організація поїзної і маневрової роботи у передгірковій та центральній горловинах сортувальної, дільничної, вантажної станції повинна враховувати наявність як ворожих, так і паралельних маршрутів. Тоді у загальному вигляді тривалість перерв  $t_{mn}$  може визначатися за формулою

$$t_{mn} = \sum_{i=1}^{n_c} P(t_{on})_i \cdot \lambda_p \cdot \lambda_{on} \cdot t_{epi}, \quad (3)$$

де  $n_c$  – число секцій, на які (з яких) здійснюється приготування маршруту;

$P(t_{on})_i$  – імовірність появи перерв при виконанні окремих операцій з  $i$ -тої секції колій парку;

$t_{on}$  – тривалість виконання поточної операції, хв;

$t_{ep}$  – тривалість використання ворожого маршруту з  $i$ -тої секції парку, хв;

$\lambda_p, \lambda_{on}$  – коефіцієнти, що враховують коливання часу розпуску або інших операцій.

При визначенні пропускної спроможності парку приймання або відправлення поїздів величина  $t_{mn}$  додається до тривалості заняття колій одним составом.

З метою найкращого обслуговування користувачів залізничних перевезень, які мають або не мають під'їзні колії, слід на опорних сортувальних станціях враховувати раціональну схему підбирання у групи місцевих вагонів для подавання вантажоотримувачам на вантажній станції.

Організація детального підбирання груп вагонів можлива маневровим локомотивом станції або локомотивом передаточного поїзда. Хоча на сортувальній станції збільшується час підбирання

груп вагонів загальний час на сортувальній і вантажній станціях у вузлі буде скорочено. При наявності маневрового локомотива дану технологію слід застосовувати на сортувальній та вантажній станції за умови

$$\frac{n_{zp}}{m_{ce}} \left[ t_{p\phi}^{M6} + \sum_{i=1}^{m_{zp}} (t_{3e} + t_{3c}) \right] > \frac{n_{zp}}{m_{cc}} \left[ t_{p\phi}^2 + \sum_{i=1}^{m_{zp}} (t_{6c} + t_{6e}) \right], \quad (4)$$

де  $n_{zp}$  - число груп вагонів у передаточному поїзді;  $m_{ce}, m_{cc}, m_{zp}$  - відповідно, число колій сортувального парку вантажної та сортувальної станцій, на яких сортируються та з яких збираються вагони для подавання на вантажні фронти;  $t_{p\phi}^{M6}, t_{p\phi}^2$  - відповідно, тривалість розформування составів з використанням маневрової витяжки та гірки, хв;  $t_{3e}, t_{3c}, t_{6e}, t_{6c}$  - відповідно, тривалість заїздів та виїздів маневрового локомотива на вантажній та сортувальній станціях у вузлі, хв.

Доцільність інвестицій у будівництво додаткової колії сортувального парку обґрунтовується за формулою

$$365 \cdot n_{zp} \left[ t_{p\phi}^2 + \sum_{i=1}^{m_{zp}} (t_{3c} + t_{3e}) \right] (m_e \cdot C_{e2} + C_{л2}) > ((K \cdot e_n + \Delta E) + 365 \cdot m_e \cdot n_{zp} \left[ \sum_{i=1}^{m_{zp}} (t_{3e} + t_{3c}) + t_{p\phi}^6 \right] C_{e2}), \quad (5)$$

де  $m_e$  – середнє число вагонів у групі;

$K$  – вартість інвестицій у додаткову колію сортувального парку, грн;

$\Delta E$  - експлуатаційні витрати на утримання колії, грн/рік;

$e_n$  – нормативний коефіцієнт ефективності інвестицій.

Функціональні цілі підбирання груп вагонів при цьому будуть, порівняно з типовою технологією та іншими науковими роботами, поширені і враховувати енергетичні витрати непередбачуваних маневрових пересувань локомотивів у вузлі для вищенаведених умов.

Запропонована функціональна модель обслуговування вантажовідправників та вантажоотримувачів у залізничному вузлі передбачає взаємну роботу ЕЗТС опорної сортувальної станції вузла з обґрунтованим колійним розвитком, числом маневрових і передаточних локомотивів, навантажувально-розвантажувальних та гірочних пристроїв та відповідних ЕЗТС на вантажних станціях без урахування постійних витрат підрозділів інших підприємств має вигляд:

$$\left. \begin{aligned} F &= F_B - F_\Phi + (F_\Pi + F_\Lambda) \rightarrow \min \\ F_B &= \sum_{i=1}^k n t_k C_{e2} \\ F_\Phi &= P_\Phi \sum_{V_\Phi=1}^{V_{\Pi\Phi}} [(\eta_{V\Phi} + \epsilon_M N_M)(t_{ov} - t_{\Phi V\Phi}) C_{B\Gamma} + \rho_{v\Phi} \eta_{v\Phi} (t_{MV\Phi} - t_{PV\Phi})(m_V C_{e2} + G_\eta C_\eta)], \\ F_\Pi &= R_\Pi \sum_{V=1}^{V_{\Pi\Pi}} \eta_V [(t_{ov} - t_{\Pi V}) C_{\Pi\Gamma} + \rho_V (t_{PV} - t_{HV})(C_{e2} + G_\eta C_T)] \\ F_\Lambda &= R_\Lambda \sum_{V_p=1}^{V_{\Pi\Pi}} [(t_{ov_p} - t_{\Phi V_p}) C_{\Lambda\Gamma} + L_{\Lambda\kappa}^\delta C_{\Lambda\kappa}^\delta] \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

де  $F_B, F_\Phi, F_\Pi, F_\Lambda$  - відповідні функціонали, грн/добу, що враховують добові експлуатаційні витрати за тривалість знаходження  $k$ -категорії вагонів на станції; економію при більш ранньому відправленні сформованих поїздів; витрати від затримки поїздів на підходах до станції; витрати на допоміжний пробіг локомотивів з бригадами.

Дана функціональна модель враховує нормативи:

$(N_{\Pi\Pi}, L_{\Pi\Pi})$  - число і довжина колій у парку приймання;

$(N_{j\theta}, L_{j\theta})$  - число і довжина колій у парку відправлення;

$(N_{jc}, L_{jc}, M_{jc})$  - число і довжина колій у сортувальному парку, що закріплено за маневровим районом;

$(Q_i, L_i)$  - норми маси і довжини поїздів за призначенням плану формування поїздів;

$(T_n, H_n)$  - час і напрямок слідування поїзда по нитці графіка руху;

$C_{\theta z}; C_{\lambda z}; C_{n z}; C_{\lambda km}^{\theta}; C_T; G_n$  - вартість, відповідно: ваг-год, лок-год, поїздо-год, лок-км, 1 т палива (1 кВт-год) та норми витрат.

$$\text{При обмеженнях: } \begin{cases} C_{\theta z}^{\min} \leq C_{\theta z} \leq C_{\theta z}^{\max}; C_{\lambda z}^{\min} \leq C_{\lambda z} \leq C_{\lambda z}^{\max}; \\ C_{n z}^{\min} \leq C_{n z} \leq C_{n z}^{\max}; C_{\lambda km}^{\min} \leq C_{\lambda km}^{\theta} \leq C_{\lambda km}^{\max} \\ G_n^{\min} \leq G_n \leq G_n^{\max}; C_T^{\min} \leq C_T \leq C_T^{\max} \end{cases}$$

Черговість розвезення у вузлі місцевих вагонів передаточним локомотивом (подавання-забирання місцевих вагонів на станції маневровим локомотивом) визначається, враховуючи тип вагонів (універсальні, спеціалізовані) та собівартості вагоно-годин, локомотиво-годин, локомотиво-км та ін. Оптимальний варіант черговості подавання-забирання або розвезення вагонів у вузлі визначається за мінімумом експлуатаційних витрат, грн

$$F = f(Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5 + Z_6) \rightarrow \min, \quad (7)$$

де  $Z_1$  - витрати, що пов'язані з часом знаходження місцевих вагонів  $i$ -типу на сортувальному та вантажному комплексах,

$Z_2$  - витрати дизельного палива на поїзні та маневрові переміщення,

$Z_3$  - витрати на пробіги вивізних і передаточних поїздів,

$Z_4$  - витрати, що пов'язані з часом знаходження локомотивів, включаючи час роботи локомотивних бригад,

$Z_5$  - витрати на інформаційне забезпечення станційних операцій сортувальної, вантажної роботи, передаточного руху у вузлі,

$Z_6$  - витрати на допоміжний пробіг маневрових та передаточних локомотивів.

$$\text{При обмеженнях } \begin{cases} \text{кількість вагонів } 1 \leq m_c \leq m, \\ \text{тривалість роботи вантажних фронтів } 12 \leq t_c \leq 24, \\ \text{місткість вантажного фронту } 1 \leq m_c \leq m_{\text{фр}}, \\ \text{тривалість роботи маневрових локомотивів } 12 \leq t_{\lambda} \leq 24, \\ \text{маса передаточного поїзду } Q_{\min} \leq Q_{\lambda} \leq Q, \\ \text{імовірності появи різних типів вагонів у поїзді } P_U + P_C + P_T + P_{\Pi} = 1. \end{cases}$$

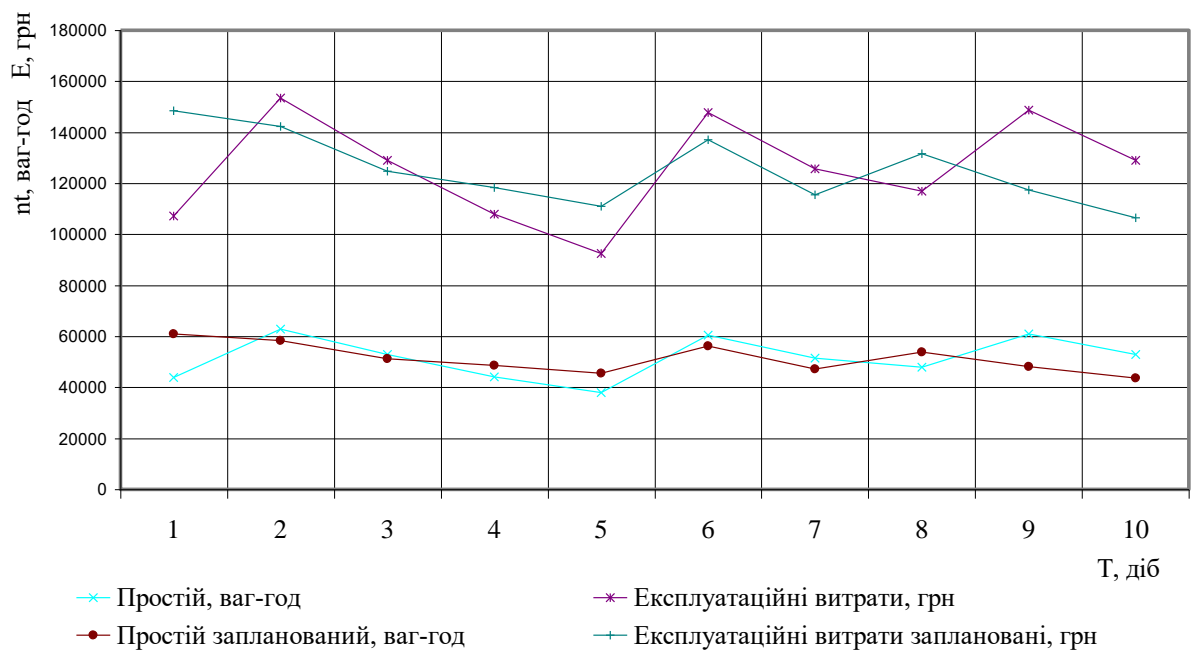


Рис. 2 Порівняльні діаграми змодельованих та фактичних показників роботи на прикладі станції О Південної залізниці (1 декада березня 2009 р.)

Достовірність підтверджується співпаданням результатів моделювання з реальними даними за три різних місяця, розбіжності моделей з статистичними даними складають 0,6-2,7%, тобто вони не значні.

При дослідженні запропонованих моделей (6,7) встановлено, що знаходження місцевих вагонів на вантажних і опорній сортувальній станціях вузла може бути скорочено на 7%, що надає відповідну економію експлуатаційних витрат.

**У третьому розділі** дисертації запропоновано комплексний підхід до використання ЕЗТС залізничних станцій відправлення, напрямків і призначення вантажів на базі використання сумісного плану формування та жорсткого графіку руху поїздів.

Враховуючи викладене вище обґрунтування колійного розвитку та технологій місцевої роботи у вузлі для побудови моделі доставки використовуються критерії: собівартість (вартість послуги)  $K_{зв}$ ; термін доставки вантажу  $K_{тд}$ ; спеціалізація рухомого складу  $K_{рс}$ ; якість наданих послуг  $K_{яп}$ ; спеціалізація графіка  $K_{сг}$ ; рентабельність діяльності  $K_{рд}$ ; фінансова незалежність  $K_{фн}$ ; досвід роботи  $K_{др}$ ; виробничі потужності  $K_{вп}$ ; популярність перевізника  $K_{пп}$ .

Модель доставки вантажів при взаємодії вантажовідправників, станцій відправлення, напрямків прямування, призначення, вантажоотримувачів на основі використання нечіткої логіки, нечітких множин враховує у комплексі стратегічне, щорічне, щомісячне, змінно-добове планування.

Стратегічне планування торкається вибору потрібних інвестицій в ЕЗТС інфраструктури залізниці, в тому числі у залежності від очікуваного обсягу транспортного потоку. Використовується орієнтований граф  $G$ , на якому представлені станції та напрямки залізниці у вигляді вершин і дуг.

За умовою балансу транспортних потоків по кожній станції  $i \in I$ , типу вагонів  $k \in K$  цільова функція моделі у межах планового періоду  $T$  має вигляд:

$$\sum_{j \in j^+(t)} z_k(j, t) = \sum_{j \in j^-(t)} z_k(j, t), \quad i \in I, k \in K, t \in T, \quad (8)$$

де  $I$  – множина станцій;  $i$  – символ ідентифікації станцій залізниці,  $i \in I$ ;  $J$  – множина дільниць;  $j$  – символ ідентифікації дільниць залізниці  $j \in J$ ;  $j^+(i)(I^-(i))$  – множина дільниць, які “приходять” на станцію (які “виходять” зі станції)  $i$ ;  $i^-(j)(i^+(j))$  – початкова (кінцева) станція дільниці  $j$ ;  $z_k(j, t)$  – інтенсивність (величина) вагонопотоку у вагонах типу  $k$ , який проходить по дільниці  $j$  в інтервалі  $t$  (завантажені, порожні вагони).

Для розв’язання задачі необхідна інформація щодо замовлень (попиту) на вантажні перевезення для інтервалів планового періоду. Вона генерується на основі обробки статистичних даних щодо перевезень за минулий час та прогнозу замовлень на плановий період. Для визначення кількості вагонів типу  $k$ , необхідної для перевезення вантажу типу  $l$  використовуються коефіцієнти  $v_{kl}$ , що дорівнюють місткості вагона типу  $k$  в одиницях виміру вантажу  $l$ . При доставці вантажів у порти (відправлення з портів) складається визначений список для кожної припортової станції.

Для кожної кореспонденції  $\omega \in \Omega_q$  визначено маршрут прямування  $R_q(\omega)$ ; тип вагона  $k_q(\omega)$ ; тариф на перевезення одиниці вантажу  $c_q^+(\omega)$ ; тривалість реалізації перевезення  $\Theta_q(\omega)$ ; нереалізований обсяг кореспонденції  $q$   $x_q^-$ ;  $c_q^-(\omega)$  – штраф за нереалізований обсяг кореспонденції  $q$ .

При щорічному плануванні сумарні експлуатаційні витрати  $F^-(Y)$  та їх можлива економія  $F^+(x^q)$  при переміщенні вагонопотоку у плановому періоді визначаються формулами

$$F^-(Y) = \sum_{t \in T} \sum_{k \in K} \sum_{j \in J} c_j^-(k, t) y_k(j, t), \quad (9)$$

$$F^+(x^q) = \sum_{q \in Q} \sum_{\omega \in \Omega_q} c_q^-(\omega) x_q^-(\omega), \quad (10)$$

де  $c_j^-(k, t)$  – експлуатаційні витрати на переміщення вагону типу  $k$  на дільниці  $j$  в інтервалі  $t$ ;  $y_k$  – кількість вагонів типу  $k$ .

Змінні  $x_q(\omega)$  та  $x_q^-$  мають задовольняти обмеженням (балансовим співвідношенням), а пропускна здатність станцій-відповідному обсягу перевезень

$$\sum_{\omega \in Q_q} x_q(\omega) + x_q^- = B_q, \quad x_q(\omega) \geq 0, \quad x_q^- \geq 0, \quad q \in Q_q, \quad (11)$$

$$\sum_{l \in L} \{(k_i^+ q_i^+)(i, t) + k_j^- q_j^-(i, t)\} \leq (\beta_i + x_i^\beta) \tau^t, \quad i \in I, \quad t \in T, \quad (12)$$

де  $k_i^+(k_i^-)$  – коефіцієнт трудомісткості вивантаження (навантаження) вантажу типу  $l$ ;  $x_i^\beta$  – додаткова потужність станції  $i$ , щодо обробки вантажів, після її

реконструкції;  $x_\beta$  – множина всіх змінних  $x_i^\beta$ ;  $q_i^+(i, t)$ ,  $q_i^-(i, t)$  – відповідно обсяги вантажу типу  $l$ , який приймається на станцію  $i$  в інтервалі  $t$  (або відправляється).

Враховуючи приведені витрати на реконструкцію, поповнення (оновлення) рухомого складу  $F^-(Y)^{Tq}$  складається цільова функція економії експлуатаційних витрат у запланованому періоді

$$F(x^q, Y) = F^+(x^q) - F^-(x^q) - F^-(Y) \rightarrow \max, \quad (13)$$

Параметри моделі визначаються у залежності від розрахункового полігону.

При наявності розвинених телекомунікацій на мережі залізниць та логістичних центрів лінійного і мережного рівнів дану задачу слід розв'язувати, використовуючи пакети прикладних програм Інститута кібернетики АН України Method\_E\_1 (при наявності постанційних кореспонденцій). Однак, враховуючи тільки міждорожні кореспонденції, неповноту та нечіткість окремих даних слід використовувати пакет прикладних програм Method\_E\_2.

Враховуючи те, що процес перевезень в загальному вигляді є неоднорідним (необхідно врахувати вагонопотоки, види вантажу, витрати енергії та інше), у дисертації використані кольорові мережі Петрі з нечіткою логікою переходів.

При щорічному та місячному плануванні перевезень модель організації кільцевого маршруту у оператора перевезень має вигляд

$$E_{ек} = \mu (E_{прив}^{заг} - E_{прив}^{зусм}) \Rightarrow \max, \quad (14)$$

$$E_{прив}^{заг} = E_{нав} + E_{рух} + E_{виб}, \quad E_{прив}^{зусм} = NL_{зусм} c_{нН}^{ноп},$$

$$E_{ек} = \mu \cdot \left\{ TN[m(\Delta t_{нидз} c_{нН}^{ноп} + c_{оч})] + t_{позф} (m \cdot c_{нН}^{ноп} + c_{л-2}) + (c_{нН}^{ғант} + c_{нН}^{ноп}) \Delta t_{мех} m \cdot \frac{2L}{L_{бр}} + \right.$$

$$\left. + m \cdot c_{нН}^{ғант} \left( \frac{1}{V_\delta} - \frac{1}{V_m} \right) + m \Delta t_{очик} c_{нН}^{ғант} - NL_{зусм} c_{нН}^{ноп} \right\},$$

де  $E_{ек}$  - економія від організації кільцевого або технологічного маршруту відповідно, грн;

$\mu$  - коефіцієнт, що враховує нечіткість даних множин;

$E_{прив}^{заг}$  - загальні витрати при організації маршруту у порівнянні з його відсутністю, грн;

$E_{нав}$ ,  $E_{рух}$ ,  $E_{виб}$  - відповідно витрати при навантаженні, прямуванні у русі, вивантаженні маршруту, грн;

$T$  - величина періоду розрахунків доцільності обертання маршруту, діб;

$N$  - кількість маршрутів;

$m$  - кількість вагонів у маршруті;

$V_\delta, V_m$  - відповідно, дільнична та маршрутна швидкості, км/год;

$c_{нН}^{ғант}, c_{нН}^{ноп}, c_{л-км}, c_{л-2}$  - відповідно, приведені витратні ставки на вагоно-годину (вантажного та порожнього вагона), поїздо-км, локомотиво-годину.

При обмеженнях:

$$\left\{ \begin{array}{llll} 100 \leq L \leq 1200; & 1 \leq N \leq 3; & 25 \leq m \leq 50; & 0 \leq \Delta t_{нидз} \leq 1,0; \\ 30 \leq V_\delta \leq 60; & 50 \leq L_{зусм} \leq 1200; & 1 \leq c_{оч} \leq 8; & 0,5 \leq t_{позф} \leq 1,0; \\ 10 \leq V_m \leq 30; & 0,5 \leq \Delta t_{мех} \leq 2,5; & 20 \leq V'_m \leq 40; & \\ 50 \leq L_{бр} \leq 150; & 50 \leq L_\delta \leq 100. & & \end{array} \right.$$

При змінно-добовому плануванні модель формування і руху поїздів ґрунтується на виборі ниток наскрізного графіку по різним дільницям з метою оптимального забезпечення заявок на перевезення необхідним рухомим складом.

Усю множину заявок поділяємо на підмножини, які відповідають місцевій роботі; вивозу; ввозу. Крім того, заявки можна класифікувати по ознаці регулярності. Заявка може бути разовою або регулярною, тобто повторюваною з частотою, яку визначають на підставі нечіткої множини.

Моделювання переміщення відправок (відповідних наданим заявкам на перевезення) по полігону від станції відправлення до станції призначення будемо відслідковувати на графі, отриманому з графа полігону шляхом його розгортання в часі, в наслідок чого, у порівняних обсягах перевезень, можна зменшити потребу в перевізних ресурсах, обсяг сортувальної роботи, число станцій формування вантажних поїздів, а ці чинники дозволяють приблизно на 11-12% скоротити обіг вантажного вагона і середній термін доставки вантажу одержувачу.

**У четвертому розділі** дисертації наведено запропоноване удосконалення інформаційної технології (ІТ) управління станційними процесами та доставки вантажів на основі поширення інформаційних засобів АСК ВП УЗ, враховуючі ефективність використання ЕЗТС при організації вантажних перевезень.

Запропоновано поширити автоматизований документообіг за рахунок чого доповнити функціональну частину АСК СС задачами оптимізації планування маневрових операцій, визначення часу виконання і витрат дизельного пального маневровими тепловозами та електроенергії електровозами.

З метою якісного аналізу часу знаходження вагонів і нарахування відповідної плати на підставі обліку за даними вагонної моделі залізниць СНД і Укрзалізниці ІТ логістичного центру залізничного вузла слід доповнити комплексами задач підвищення ефективності спільної діяльності залізниць і операторських компаній-власників вагонного парку за рахунок зменшення впливу суб'єктивного фактора на прийняття рішень, можливості обробки оперативної інформації в реальному масштабі часу, організації оперативного доступу до даних необхідних для прийняття рішень.

Для реалізації функцій управління вантажними перевезеннями запропоновано інтегрувати до АСК ВП УЗ програму моделювання роботи станцій різного призначення, яка надасть інформаційне відображення крім характеристик ЕЗТС чисельних і якісних показників технологічних процесів станцій і дільниць.

Крім того, кількість об'єктів АСК ВП УЗ слід розширити з 14 до 21, з них шість об'єктів мають бути рухомими, інші п'ятнадцять стаціонарними. Первинним об'єктом слід визначити операцію „заявка вантажовідправника”, яка виконується при щомісячному плануванні вантажних перевезень.

На рівні дирекції та залізниці вся зазначена інформація систематизується і утворюється повний технологічний ланцюг (рис. 3).

При цьому використовуються як типові інформаційні повідомлення АСК ВП УЗ, так і нові, що пов'язані з контролем термінів доставки вантажів від вантажовідправника до вантажоотримувача та повернення порожніх вагонів держави та різних власників від вантажоотримувача у міжнародному і прямому сполученнях при перевезеннях у кільцевих маршрутах. Серед типових повідомлень (надалі п.) використовуються п. 200 - відправлення поїзда, п. 201 - прибуття поїзда, п. 202 - прослідкування поїзда, п. 09 - коригування телеграми натурального листа (ТГНЛ), п. 53 - складання ТГНЛ, п. 220 – приймання-здавання поїзда на міждержавному стиковому пункті, п. 4770 - складання прикордонної передавальної відомості (надалі ППВ), п. 1519 - електронний перевізний документ на відправку та інші. Контроль доставки вантажів здійснюється поряд з контролем місячних, змінно-добових планів перевезень та експлуатаційної роботи технічних, вантажних станцій, дирекцій залізничних перевезень. При перевезеннях вантажів у європейські країни використовується відповідні інформаційні повідомлення прикордонної підсистеми.

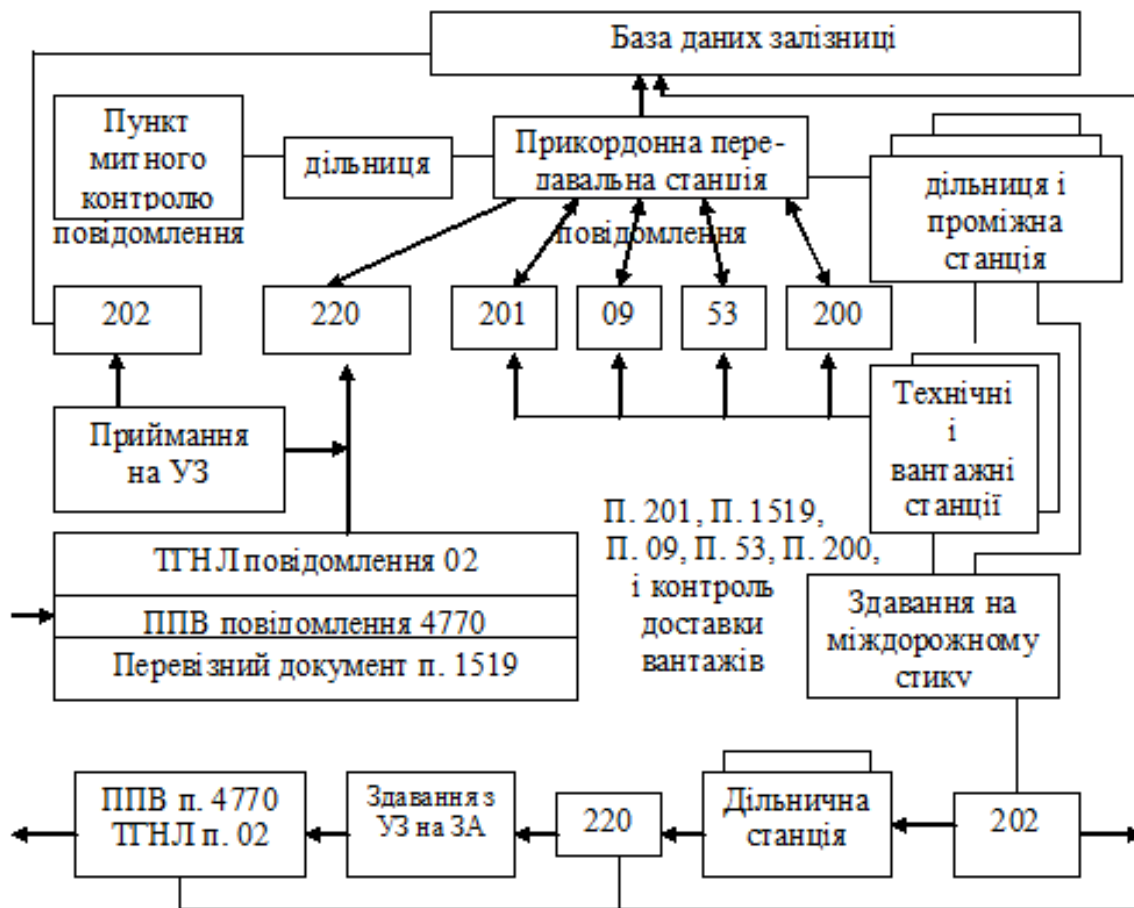


Рис. 3 Схема інформаційного автоматизованого контролю доставки вантажів на базі АСК ВП УЗ на технологічному ланцюзі

Оскільки зародження та погашення вагонопотоків відбувається на вантажних і сортувальних станціях, запропоновано технологію автоматизованого змінно-добового планування (надалі ЗДП), яка базується на реєстрації у вузлі відправлення операцій навантаження, забирання, накопичення, закінчення формування, обробки поїзда, відправлення, а у вузлі прибуття – відповідних операцій обробки поїзда, розформування, накопичення, подавання, вивантаження. Контроль виконання терміну доставки відправки (прострочено або ні) здійснюється на підставі прийнятого рішення при плануванні составоутворення на попутних технічних станціях у процесі обробки поїздів.

При розробці новітніх ІТ з контролем доставки вантажів у термін слід врахувати можливі ризики від їх впровадження. Так при вартості доопрацювання ІТ  $K=345000$  грн мінімальне можливе значення збитку може скласти 5000 грн/рік, а економія експлуатаційних витрат  $E=135000$  грн/рік.

Ефективність запропонованої моделі використання ЕЗТС сортувальної і вантажних станцій вузла досягається за рахунок зменшення часу знаходження місцевих вагонів. Відповідно, тривалість знаходження у вузлі місцевого вагону зменшується на 7,0%, а собівартість одного відправленого вагону зменшується на 5,2%, що підтверджується актом впровадження Харківської дирекції залізничних перевезень. В цілому обіг транзитного і місцевого вагону скорочується на дирекції на 6,6%, що дає економію 124 тис. грн/рік.

## ВИСНОВКИ



У дисертаційній роботі на основі розробки комплексу моделей вирішено науково-прикладну задачу підвищення ефективності використання елементів залізничних транспортних систем при організації вантажних перевезень, яка доповнює теоретичні основи управління експлуатаційною роботою, існуючу наукову базу за умови ресурсозберігаючого використання вагонів держави та різних власників у міжнародному та прямому сполученнях.

1. На підставі проведеного аналізу статистичних даних сортувальних і вантажних станцій встановлено, що колійний розвиток має вкрай неритмічне використання і негативно впливає на всі технологічні показники роботи технічних станцій та прилеглих до них напрямків і вантажних станцій вузла. Так, розподіл параметрів вхідних вагонопотоків на елементах транспортних систем сортувальних станцій апроксимований узагальненим законом Ерланга з коефіцієнтом варіації 0,74–0,86, а інтервалів надходження поїздів – 0,45–0,65. Тому колійний розвиток, на відміну від інших досліджень, запропоновано враховувати при розробці моделей елементів транспортних систем залізничних станцій вузлів відправлення та прибуття та заходів з підвищення їх ефективності.

2. Модель ефективного використання елементів транспортних систем вантажних та опорної сортувальної станцій у залізничному вузлі базується на оптимізації їх основних параметрів і передбачає включення до структури експлуатаційних витрат п'яти складових, що пов'язані з простим рухомого складу (через виникнення міжопераційних перерв; невідповідність колійного розвитку інтенсивності надходження поїздів; зайнятість сортувального пристрою; зайнятість маневрових локомотивів; зайнятість перевантажувальних засобів), на відміну від інших досліджень, є стохастичною, враховує доцільність формування передаточних поїздів на вантажні станції з детальним підбиранням місцевих вагонів з врахуванням їх типу та скорочення загальних експлуатаційних витрат у вузлі на 5,2%.

3. Модель обслуговування вантажовідправників та вантажоотримувачів у залізничному вузлі передбачає, порівняно з типовою технологією, віднесення до експлуатаційних витрат елементів транспортних систем непередбачуваних маневрових пересувань, енергетичних витрат, розбіжностей очікуваного та графікового часу відправлення передаточних поїздів, ймовірностей надходження універсальних вагонів, цистерн, рефрижераторних та інших спеціалізованих вагонів.

При обслуговуванні вантажовідправників та вантажоотримувачів на станціях вузла поряд з типом вагонів та родом вантажу враховується число і корисна довжина колій у парках станцій, сумісний план формування і жорсткий графік руху поїздів. В цілому обіг транзитного і місцевого вагону скорочується на дирекції на 6,6%, що дає економію 124 тис.грн/рік.

4. Модель доставки вантажів у взаємодії вантажовідправників, станцій відправлення, напрямків прямування, станцій призначення вантажів, вантажоотримувачів на основі використання нечіткої логіки враховує складові перевізного процесу: інфраструктурну, локомотивну, вагонну і базується на топології розширених кольорових мереж Петрі з застосуванням диференційних рівнянь Колмогорова, що дає прозорий стратегічний та оперативний режими контролю перевезень, тобто безперервну можливість слідкувати за зміненням витрат, доходів, прибутковості, узгодженості плану формування з графіком руху поїздів по чотирьом основним комплексам задач у стратегічному, щорічному, щомісячному, оперативному плануванні перевезень та дозволить скоротити термін доставки вантажів на 11-12%.

5. Запропоновано удосконалення інформаційної технології за рахунок автоматизованого документообігу при поширенні об'єктів керування до 21, що дозволить створити єдиний інформаційний простір діяльності користувачів залізничного транспорту, залізниць. Для вантажовідправників, вантажотримувачів, операторів перевезень може встановлюватися розрахункова норма вагоно-годин на виконання місячних планів перевезень. Це дасть змогу скоротити обіг вантажного вагону на 6,6% порівняно з досягнутим та беззбитково працювати державним операторам, іншим операторам-перевізникам. Тривалість знаходження у вузлі місцевого вагону скорочується на 7,0%, собівартість одного відправленого вагону зменшується на 5,2%, що надає економію експлуатаційних витрат на 130 тис.грн за рік і підтверджується актом впровадження на Харківській дирекції залізничних перевезень.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### *Основні наукові праці*

1. Носенко М.П. Системний аналіз використання технічних засобів залізничних станцій/ Кулешов В.М., Носенко М.П., Рябушка Ю.А.// Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2007. – №2/6(26). - С.14-16.
2. Носенко М.П. Системний аналіз методик та пропозиції з визначення колійного розвитку сортувальних станцій/ Крячко В.І., Носенко М.П., Рябушка Ю.А.// Зб. наук. праць УкрДАЗТ. – Харків. – 2007. - Випуск 85. - С.124-132.
3. Носенко М.П. Удосконалення планування використання інфраструктури залізниць операторськими компаніями на основі ресурсозбереження/ Данько М.І., Кулешов В. В., Носенко М.П.// Вісник економіки транспорту і промисловості. – Харків. – 2007. - Випуск 19-20. – С.230-233.
4. Носенко М.П. Ресурсозберігаючі підходи до конструктивно-технологічних параметрів сортувальних станцій/ Крячко В.І., Крячко К.В., Носенко М.П.// Зб. наук. праць ДонІЗТ УкрДАЗТ. – Донецьк. – 2007. - Випуск 12. – С.5-9.
5. Носенко М.П. Взаємодія залізниць із вантажовідправниками з метою безперебійної роботи залізничних станцій/ Кулешов В.В., Носенко М.П.// Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2008. - №4/3(34). – С.55-57.
6. Носенко М.П. Удосконалення технології використання технічних засобів сортувальних станцій// Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2008. – №1/2(31). - С.15-16.
7. Носенко М.П. Визначення впливу спеціалізації колій основних парків сортувальних станцій на їх пропускну спроможність// Вестник национального технического университета “ХПИ”. - 2008. – № 3. - С.3-6.
8. Носенко М.П. Удосконалення прогнозування попиту на вантажні перевезення залізничним транспортом/Кулешов В.В., Кулешов В.М., Носенко М.П.// Вестник национального технического университета “ХПИ”. - 2008. – №43. - С.136-139.

### *Додаткові наукові праці*

9. Носенко М.П. Організація перевезень вагонами операторських компаній на основі ресурсозбереження/ Кулешов В.В., Носенко М.П.// Materialy IV Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji “Nowoczesnych naukowych osiagniec – 2008”. Тум 16. Techniczne nauki. - Przemysl: Nauka I Studia, 2008. - P.41-44.
10. Носенко М.П. Удосконалення автоматизованого контролю термінів доставки вантажів на залізницях/ Кулешов В.В., Носенко М.П.// Тези Міжнародної науково-практичної конференції “Сучасні інформаційні технології на транспорті, в промисловості та освіті”. - Дніпропетровськ. – 2008. – С.14-15.

## АНОТАЦІЯ

Носенко М.П. Підвищення ефективності використання елементів залізничних транспортних систем при організації вантажних перевезень. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.01 – транспортні системи; Українська державна академія залізничного транспорту. Харків, 2010 р.

Дисертація присвячена питанням підвищення ефективності використання елементів залізничних транспортних систем при організації вантажних перевезень вагонами державної та недержавної власності на основі сумісного плану формування та жорсткого графіку руху поїздів.

На базі аналізу статистичних даних запропоновано модель розрахунків потреби колійного розвитку при детальному підбиранні вагонів на опорній сортувальній станції для вантажних станцій залізничного вузла на базі оптимізації параметрів, яка забезпечить скорочення загальних експлуатаційних витрат та дозволить адаптувати процес перевезень до пріоритетних напрямів транспортного ринку.

На основі математичної моделі стохастичного програмування запропонована технологія обслуговування вантажовідправників та вантажоотримувачів з врахуванням собівартості подавання-забирання різних типів вагонів та вантажів на опорній сортувальній станції, розвезення їх на вантажні станції передаточними поїздами у вузлах.

З врахуванням нечіткості вхідних та вихідних даних на базі теорії надійних мереж розроблена математична модель організації вантажних перевезень на залізничних напрямках, яка базується на поширеній мережі Петрі, що на відміну від існуючої враховує реалізацію сумісного плану формування та жорсткого графіку руху поїздів з наближенням фактичних термінів доставки до нормативних. Доопрацьована інформаційна технологія АСК ВП УЗ з метою рішення задач контролю доставки вантажу.

Ключові слова: залізнична транспортна система, вагон, власник рухомого складу, парк вагонів, термін доставки, колійний розвиток, оператор перевезень, план перевезень, елемент залізничної транспортної системи, маршрут, інформаційна технологія

## АННОТАЦИЯ

Носенко Н.П. Повышение эффективности использования элементов железнодорожных транспортных систем при организации грузовых перевозок. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.01 – транспортные системы; Украинская государственная академия железнодорожного транспорта. Харьков, 2010 г.

Диссертация посвящена вопросам совершенствования технологии грузовых перевозок грузовыми вагонами государственной и частной собственности путем улучшения использования элементов железнодорожных транспортных систем на основе совмещенного плана формирования и жесткого графика движения поездов.

Впервые показано, что разработка критериев стабильной доставки грузов на базе совмещенного плана формирования и жесткого графика движения поездов, инфраструктурной составляющей (путевого развития) на сортировочных и грузовых станциях, сроков доставки грузов позволит адаптировать процесс перевозок к приоритетным направлениям транспортного рынка. Разработана математическая модель определения путевого развития парков сортировочных и грузовых станций и необходимого числа маневровых локомотивов.

На основе математической модели стохастического программирования определена технология обслуживания грузоотправителей с учетом себестоимости подборки, подачи-уборки разных типов вагонов и грузов на опорной сортировочной станции, развоза их на грузовые станции передаточными поездами в железнодорожных узлах.

На базе теории надежных сетей с учетом нечеткости входных и выходных данных, использования расширенных сетей Петри, которая, в отличие от существующей, учитывает реализацию совмещенного плана формирования и жесткого графика движения поездов при приближении фактических и нормативных сроков доставки грузов доработана структура корпоративной сети автоматизированной системы грузовых перевозок АСК ВП УЗ, которая позволит решение комплексов задач узловых логистических центров, объединяемых в единую систему логистических центров дорог, обеспечив непрерывность планирования перевозок с учетом своевременной доставки грузов.

Ключевые слова: железнодорожная транспортная система, вагон, собственник подвижного состава, парк вагонов, срок доставки, путевое развитие, оператор перевозок, план перевозок, элемент железнодорожной транспортной системы, маршрут, информационная технология

## THE SUMMARY

Nosenko M.P. More efficient use of the elements of railway transport systems in the organization of cargo transportation. – The manuscript.

The dissertation on competition degree candidate of the technical sciences on professions 05.22.01 – transport systems; The Ukrainian state academy of the railway transport. Kharkiv, 2010.

The dissertation is dedicated to questions of increasing to efficiency of the use element railway transport systems at organizations of the freight traffics coach state and not state property on base of the combined plan of the shaping and hard graph of the motion train.

On the base of the analysis statistical given is offered model calculation to need of the travel development under detailed selection coach on supporting switchyard for cargo station of the railway node on the base of the optimization their parameter, which will provide the reduction of the general working expenses and will allow to adapt the process of transportation to priority directions transport market.

On base of the mathematical model of the stochastic programming is offered technology of the servicing the consignors and consignees with provision for prime cost of the presenting-cleaning the different types coach and cargo on supporting switchyard, delivery them on cargo stations transmission train in nodes.

With provision for not clearness input and output given on the base of the theories of the reliable networks is designed mathematical model to organizations of the freight traffics on railway directions, which is based on the network Petri, which unlike existing takes into account the realization of the combined plan of the shaping and hard graphics of the motion train with approach the actual periods of

delivery to normative. The constructive structure ASK VP UZ (automated control system for rolling stock) to solve problems of control of delivery.

Keywords: railway transport system, the car, the owner of rolling stock, wagons, delivery time, track development, transport operators, transport plan, element of the railway transport system, itinerary, information technology