

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ІМЕНІ АКАДЕМІКА В. ЛАЗАРЯНА

ГУСАК МАРИНА АНАТОЛІЇВНА

УДК 625.1: 656.222.1

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ
ПРИ СПЕЦІАЛІЗАЦІЇ НАПРЯМКІВ ДЛЯ ВАНТАЖНИХ
І ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

Спеціальність 05.22.06 – залізнична колія

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Дніпропетровськ - 2012

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано в Дніпропетровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України.

Науковий керівник – доктор технічних наук, професор
КУРГАН Микола Борисович
Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, завідувач кафедри «Проектування і будівництво доріг».

Офіційні опоненти: – доктор технічних наук, професор
БОСОВ Аркадій Аркадійович
Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, професор кафедри «Прикладна математика»;

кандидат технічних наук, доцент
ТОРОПОВ Борис Іванович
Державне підприємство «Науково-дослідний та проектно-вишукувальний інститут транспортного будівництва “Київдіпротранс”», заступник директора з науково-дослідної роботи.

Захист відбудеться « 27 » _____ *грудня* 2012 р. о _____ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.820.01 Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна за адресою: 49010, м. Дніпропетровськ, вул. Лазаряна, 2, ауд. 314.

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

Автореферат розісланий « » _____ 2012 р.

Вчений секретар спеціалізованої
вченої ради
д-р техн. наук, доцент



А. М. Муха

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми дисертації визначається необхідністю виконання одного з основних завдань, викладених у Транспортній стратегії України на період до 2020 року (схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 20.10.2010 № 2174-р): «... вирішити достатньо складну проблему розподілу мережі на лінії з переважно вантажним та переважно пасажирським рухом та підвищити пропускну спроможність перевезень».

До цього часу на головних напрямках мережі залізниць України зберігається суміщений рух вантажних і пасажирських поїздів. Різниця між максимальною швидкістю вантажних і пасажирських поїздів за останніх десять років збільшилася в середньому в 1,5 рази. При цьому зменшується провізна спроможність лінії, на якій впроваджується швидкісний рух, і у випадку недостатніх резервів виникає необхідність її посилення. Суттєво відрізняються й маси поїздів, а тому загострилися проблеми експлуатаційного й технічного характеру, пов'язані з розладами верхньої будови колії.

Вітчизняні й закордонні дослідження показують, що при суміщеному русі поїздів порівняно з напрямками, спеціалізованими для перевезень вантажів та пасажирів, різко знижується пропускну спроможність і надійність виконання графіка руху та в 1,5-2 рази збільшуються витрати на ремонт і утримання залізничної колії. Внаслідок цього на практиці часто застосовують передачу транзитного вантажопотоку на паралельні ходи. Як результат виникає необхідність у реконструкції таких напрямків для освоєння вантажопотоку, що передається.

На сьогодні пропускну спроможність окремих напрямків залізниць не задовольняє вимогам щодо обсягів та швидкості вантажних перевезень, суміщений рух вантажних і пасажирських поїздів по одних і тих же ділянках стримує впровадження швидкісного руху. Тому виникла потреба розглядати задачі розмежування вантажних і пасажирських перевезень в комплексі, виходячи з вимог мінімізації інтенсивності зносу й розладів залізничної колії, скорочення термінів доставки вантажів і пасажирів за умови забезпечення встановлених обсягів перевезень.

Актуальність дослідження визначається також зміною умов роботи українських залізниць у разі впровадження швидкісного руху поїздів, що вимагає конкретних рішень щодо встановлення раціонального співвідношення швидкостей руху поїздів різних категорій, забезпечення відповідних умов роботи колії, посилення залізничних ліній у випадку недостатніх резервів.

Завданням дисертаційної роботи є підвищення ефективності роботи залізничної колії за рахунок спеціалізації напрямків для вантажних і пасажирських перевезень.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана відповідно до головних напрямків, які сформульовані в Транспортній стратегії України на період до 2020 року та Концепції впровадження швидкісного та високошвидкісного руху пасажирських поїздів на залізницях України в 2005-2015 роках, затвердженій Міністерством транспорту та зв'язку України.

Обраний напрямок досліджень пов'язаний також з виконанням таких науково-дослідних робіт у Дніпропетровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна згідно з планом НДДКР Укрзалізниці (дисертант була виконавцем і автором окремих розділів у звітах): „Розробка рекомендацій щодо підвищення пропускної й провізної спроможності напрямку Лозова–Севастополь” (№ ДР 0107U003009), „Проведення досліджень та розробка методики економічної оцінки впливу інтенсивності вантажного та пасажирського руху на знос інфраструктури залізничного транспорту” (№ ДР 0107U010379), „Визначення швидкості руху поїздів в кривих ділянках колії на напрямку Красне–Тернопіль–Підволочиськ” (№ ДР 0109U002991), „Аналіз вагонопотоків та розробка рекомендацій до нормативу з уніфікації маси та довжини поїздів на основних напрямках залізниць України” (№ ДР 0108U010673), „Визначення проектних параметрів плану ділянки залізниці Львів–Красне–Зборів з мінімальними витратами на перебудову кривих для організації швидкісного руху” (№ ДР 0110U007507), „Проведення досліджень та оцінка економічної ефективності усунення обмеження швидкості за параметрами і станом залізничної колії” (№ ДР 0111U008909).

Мета роботи. Метою дисертаційної роботи є визначення заходів для підвищення ефективності роботи залізничної колії за умови спеціалізації напрямків для вантажних і пасажирських перевезень шляхом передачі частини транзитного вантажопотоку на паралельні ходи.

Завдання дослідження:

1. Виконати аналіз наукових досліджень з питань реконструкції залізниць при впровадженні швидкісного руху поїздів.

2. Удосконалити методику формування раціональної схеми оволодіння перевезеннями для паралельних залізничних напрямків при впровадженні на одній із залізничних колій швидкісного руху пасажирських поїздів.

3. Розробити комплексний показник оцінки роботи сил взаємодії колії і рухомого складу; на його основі дослідити вплив рухомого складу на роботу залізничної колії при перерозподілі вантажопотоків між паралельними залізничними напрямками.

4. Дослідити ефективність розмежування напрямків пасажирського та вантажного руху за критерієм витрат на утримання та ремонт колійної інфраструктури.

5. Розробити метод імовірнісного моделювання потоку, який за розподілом швидкості й маси поїздів дозволить спрогнозувати параметри плану лінії.

6. Дослідити вплив структури й динаміки зміни поїздопотоків на вибір проектних параметрів плану лінії при реконструкції залізниці.

7. Розробити класифікацію напрямків залізниці за категоріями поїздів і структурою поїздопотоків для визначення особливостей роботи залізничної колії на кожному з таких напрямків.

8. Розробити метод раціонального розподілу поїздопотоків між паралельними ходами для підвищення ефективності роботи залізничної колії за рахунок спеціалізації напрямків перевезень.

Об'єкт досліджень – процес роботи залізничної колії на паралельних ходах.

Предмет досліджень – технічні та економічні показники роботи залізничної колії при перерозподілі перевезень між паралельними напрямками.

Методи досліджень.

Для вирішення поставлених у дисертації задач застосовані: аналіз літературних джерел і узагальнення існуючих досліджень з питань роботи залізничної колії на напрямках суміщеного й швидкісного руху поїздів; методи математичного моделювання й теорії тяги поїздів – при формуванні раціональної схеми оволодіння перевезеннями для паралельних залізничних напрямків та при виборі раціонального розподілу вантажних і пасажирських перевезень залежно від спеціалізації напрямків; методи статистичного аналізу – при обробці даних швидкостемірних стрічок поїздів різних категорій; методи імовірного моделювання потоку поїздів – для прогнозування проектних параметрів плану залізниці; метод техніко-економічного порівняння варіантів – для визначення періодичності ремонтів колії; методи векторної оптимізації – для перерозподілу поїздопотоків на мережі залізниць з метою зменшення роботи поздовжніх, поперечних і вертикальних сил, що діють на залізничну колію.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, які захищаються.

Сформульовані в дисертації положення, висновки й рекомендації достатньо мірою обґрунтовані, що зумовлено використанням фактичних даних щодо обсягів перевезень, технічного оснащення й параметрів міжнародних транспортних коридорів, що проходять по території України в межах Львівської залізниці; математичним моделюванням на основі вивіренних на практиці методів та припущень, які відповідають фізиці досліджувальних процесів, що досліджуються; кореспондуванням результатів теоретичних досліджень з даними проведених експериментів та результатами досліджень інших авторів, позитивними результатами практичного застосування розробок на залізницях України.

Наукова новизна отриманих результатів .

1. Набув подальшого розвитку метод формування раціональної схеми етапного оволодіння перевезеннями для паралельних залізничних напрямків, який дозволяє враховувати сумісну роботи залізничної колії при впровадженні на одній з них швидкісного руху поїздів.

2. Удосконалено метод імовірного моделювання потоку поїздів, на основі якого прогноуються середньозважена швидкість, підвищення зовнішньої рейки для перспективних умов експлуатації. На відміну від існуючого, метод дозволяє прогнозувати і враховувати закон розподілу швидкостей, маси і кількості поїздів за розрахунковий період.

3. Вперше запропоновано критерій для порівняння варіантів розмежування вантажного й пасажирського руху, який базується на застосуванні комплексного показника роботи сил взаємодії колії і рухомого складу, що дає змогу оцінювати знос колійної інфраструктури від потоку поїздів за тривалий час експлуатації залізниці.

4. Вперше на основі статистичного аналізу розподілу швидкостей руху, існуючих критеріїв безпеки й плавності руху поїздів, осьових навантажень отримано розширену класифікацію напрямків, яка дозволяє враховувати характер руху й диференційовано визначати проектні параметри плану залізниці.

5. Вперше виконано аналіз перерозподілу поїздопотоків з використанням розробленої математичної моделі, що дозволило визначити напрямки зменшення роботи сил: поздовжніх – за рахунок встановлення раціональної швидкості руху поїздів, непогашених відцентрових – за рахунок встановлення оптимального підвищення зовнішньої рейки в кривих, вертикальних – за рахунок відокремлення вантажного руху від пасажирського, що в цілому веде до скорочення витрат на ремонт колії та рухомого складу.

Практичне значення отриманих результатів.

Практичне значення роботи полягає в такому:

1. Вирішена задача підвищення швидкості руху пасажирських поїздів (на швидкісному ході) та збільшення пропускної спроможності (на вантажному ході) за умови мінімізації дії динамічних сил і розладу колії при визначених раціональних параметрах плану залізничної колії, що враховується під час розробки проектів.

2. Встановлені схеми раціонального розподілу вантажних і пасажирських перевезень на замкнутих полігонах Південно-Західної, Придніпровської й Львівської залізниць, що дозволило визначити раціональні параметри плану залізниць, зменшити витрати на поточне утримання й експлуатаційні витрати на перевезення.

3. Запропонована розширена класифікація напрямків залізниць за категоріями поїздів і структурою поїздопотоків врахована при підготовці нормативного документа «Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць України (ЦП-0269)», частина 2 «Улаштування та утримання колії на ділянках прискореного руху поїздів при швидкостях 141-160 км/год».

4. Розроблена методика економічної оцінки впливу інтенсивності вантажного та пасажирського руху на знос верхньої будови колії, яка дозволяє давати попередню оцінку впливу різних факторів, не виконуючи багатоваріантні розрахунки та тривалі статистичні спостереження.

Наукові результати й методи дослідження використовуються на кафедрі «Проектування і будівництво доріг» Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна в навчальному процесі, під час дипломного проектування та в магістерських роботах, що виконуються за реальними вихідними даними на замовлення підприємств залізничного транспорту.

Особистий внесок здобувача. Постановку мети й завдань досліджень виконано разом з науковим керівником. Усі наукові положення, розробки й результати досліджень, що виносяться на захист, отримані особисто автором.

У наукових працях, що опубліковані в співавторстві, особистий внесок автора такий.

У [1] розроблено методику сумісного формування раціональної схеми оволодіння перевезеннями для паралельних залізничних напрямків. У [2] за-

пропоновано алгоритм визначення мінімальних радіусів кривих з урахуванням розподілу вантажних і пасажирських перевезень. У [3] розроблена методика раціонального розподілу поїздопотоків як за одним, так і за декількома показниками одночасно. У [4] запропоновано новий підхід до розподілу вантажних і пасажирських перевезень між паралельними ходами, що враховує вплив поїздопотоків на залізничну колію. У [5] розроблено алгоритм визначення параметра C , що забезпечує максимально допустиму швидкість при мінімальних витратах на перебудову кривих і раціональних динамічних показниках взаємодії рухомого складу і колії.

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати дисертації доповідались і отримали схвалення на таких конференціях:

65-й Міжнародній науково-практичній конференції „Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту” (Дніпропетровськ, травень 2005 р.); 66-й Міжнародній науково-практичній конференції „Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту” (Дніпропетровськ, травень 2006 р.); 67-й Міжнародній науково-практичній конференції „Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту” (Дніпропетровськ, травень 2007 р.); XII Міжнародній конференції „Проблеми механіки залізничного транспорту” (Дніпропетровськ, травень 2008 р.), VIII Міжнародній науковій конференції „Проблеми економіки транспорту” (Дніпропетровськ, квітень 2009 р.), 70-й Міжнародній науково-практичній конференції “Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту” (Дніпропетровськ, квітень 2010 р.), на V Міжнародній науково-практичній конференції „Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем в умовах реформування залізничного транспорту” (Київ, березень 2011 р.), на 71-й Міжнародній науково-практичній конференції “Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту” (Дніпропетровськ, квітень 2011 р.), на II Міжнародній науково-практичній конференції «Энергосбережение на ж.-д. транспорте» (Ждениево, червень, 2011 р.), на 72-й Міжнародній науково-практичній конференції “Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту” (Дніпропетровськ, квітень 2012 р.), на XIII Міжнародній конференції „Проблеми механіки залізничного транспорту” (Дніпропетровськ, травень 2012 р.).

В повному обсязі дисертаційна робота доповідалась на науково-практичному міжкафедральному семінарі кафедр „Колія та колійне господарство” і „Проектування і будівництво доріг” (Дніпропетровськ, червень 2012 р.)

Публікації. Основний зміст дисертації опублікований у 22 наукових працях. У тому числі 6 статей і 16 тез у матеріалах міжнародних конференцій з них 5 статей – у фахових виданнях.

Структура й обсяг дисертаційної роботи. Дисертація складається з вступу, п’яти розділів, висновків, переліку використаних джерел і 4 додатків. Основний текст роботи викладено на 182 сторінках. Дисертація містить 109 рисунків і 34 таблиць; 1 таблиця розташована на окремій сторінці. Список літератури із 85 найменувань наведений на 10 сторінках, додатки – на 30 сторінках. Повний обсяг дисертації становить 217 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету й завдання досліджень, наведено основні наукові положення й результати, що винесені на захист, а також подано відомості про практичне значення результатів роботи, апробацію й публікацію матеріалів досліджень.

У першому розділі узагальнено багаторічний досвід досліджень з питань реконструкції паралельних залізничних напрямків за умови спеціалізації їх для перевезень вантажів і пасажирів, впровадженні швидкісного руху поїздів.

Комплексні дослідження технічних і економічних проблем ефективності роботи залізничної колії при підвищенні швидкості руху поїздів у різні роки виконували вчені багатьох науково-дослідних інститутів і вищих навчальних закладів.

Сумісності швидкісного пасажирського руху й вантажних перевезень на існуючих лініях з позиції пропускної спроможності й раціональної роботи колії присвячені праці Е. І. Даніленка, О. П. Єршкова, М. І. Карпуценка, М. Б. Кургана, В. О. Певзнера, В. В. Рибкіна, В. Ф. Ушкалова та ін.

Питання спільної роботи паралельних напрямків залізниць розглядалися в працях О. В. Гавриленкова, О. Є. Гібшмана, О. В. Горинова, А. П. Кондратченка, Є. С. Свинцова, І. В. Турбіна та ін. Наукові основи оптимізації поздовжнього профілю і плану залізниці з використанням математичних моделей викладено в роботах Г. Л. Аккермана, А. А. Босова, В. О. Бучкіна, М. І. Карпова, І. П. Корженевича, Д. М. Кургана, Б. І. Торопова, В. І. Харлана; а також зарубіжних дослідників Н. Балуха, Ф. Бірмана, К. Мацубари, А. Тіля та ін.

Необхідність підвищення ефективності роботи залізничної колії за рахунок спеціалізації напрямків для вантажних і пасажирських перевезень вказує на актуальність проблеми й доцільність виконання додаткових досліджень в цьому напрямку.

У другому розділі розроблено математичну модель сумісного формування раціональної схеми етапного оволодіння перевезеннями для паралельних залізничних напрямків при впровадженні на одному з них швидкісного руху. Новий підхід відрізняється від існуючих тим, що розвиток паралельних залізничних напрямків розглядається з позиції цілісної концепції етапного оволодіння перевезеннями для паралельних залізничних ліній за умови відокремлення вантажного й пасажирського руху поїздів.

Пасажирський хід може являти собою одноколіїну ділянку або одноколіїну з двоколійними вставками чи двоколіїну залізницю. При цьому вантажний (паралельний) хід також може перебувати в одному з цих технічних станів. Тому виникає щонайменше дев'ять можливих сполучень.

Аналіз показав, що за наявності паралельних напрямків, які мають дві головні колії, проблем з передачею поїздопотоків майже не існує. Значно складнішим є питання, коли один з напрямків є одноколіїним або ж з двоколійними вставками. На рис. 1 наведено результати розрахунків для паралельних напрямків, що представлені ділянками з двоколійними вставками.

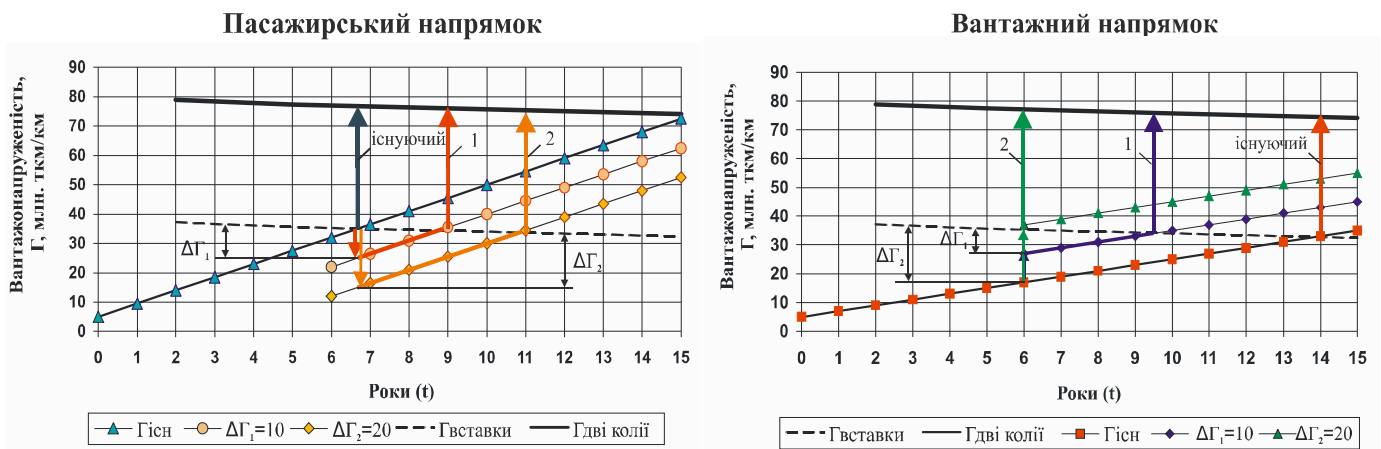


Рисунок 1 – Графіки оволодіння перевезеннями на пасажирському та вантажному напрямках при передачі відповідно 10 та 20 млн т на паралельний хід

У випадку переключення частини вантажопотоку $\Delta\Gamma_i$ на паралельний хід досягається віддалення капіталовкладень (на рис. 1 з 7-го на 9-й рік (1-й варіант) чи на 11-й рік (2-й варіант) при передачі $\Delta\Gamma_i$ відповідно 10 і 20 млн. т). Але в цьому випадку може виникнути потреба в посиленні лінії, на яку передається вантажопотік $\Delta\Gamma_i$, раніше, ніж це передбачалось. Поставлена задача формулюється так: знайти чистий дисконтний прибуток $ЧДП \rightarrow \max$ за умови:

$$\left. \begin{aligned} \Gamma_i |_{i=1..2} = f(n_{\text{пас}_i}, n_{\text{вант}_i}, t) &\Rightarrow \Gamma'_i |_{i=1..2} = f(n'_{\text{пас}_i}, n'_{\text{вант}_i}, t), \\ \sum_i n_{\text{пас}_i} = \sum_i n'_{\text{пас}_i}; \quad \sum_i n_{\text{вант}_i} = \sum_i n'_{\text{вант}_i}; \quad n'_{\text{пас}_i} &\rightarrow \max; \quad n'_{\text{вант}_i} \rightarrow \min, \\ \Gamma = at^2 + bt + c; \quad \Gamma' = a't^2 + b't + c'; \quad \Delta\Gamma_i = \Gamma'_i - \Gamma_i, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

де Γ_i, Γ'_i – вантажопотік відповідно до та після переключення поїздопотіку;
 $n_{\text{пас}_i}, n_{\text{вант}_i}, n'_{\text{пас}_i}, n'_{\text{вант}_i}$ – кількість відповідно пасажирських та вантажних поїздів до та після переключення поїздопотіку;
 i – один з паралельних ходів.

Для порівняння варіантів, що виникають внаслідок перерозподілу перевезень, була розроблена методика і складена програма Ovladenie, що враховує потрібні капітальні вкладення в локомотивний і вагонний парки, експлуатаційні витрати на ремонт і утримання колійної інфраструктури та інвестиції в разі зміни технічного стану залізниці.

Задача розмежування перевезень тісно пов'язана з періодичністю ремонтів колії. З переключенням поїздопотіків на паралельні ходи змінюється інтенсивність руху вантажних і пасажирських поїздів, а отже, і витрати, пов'язані з ремонтом і утриманням колії.

Для дослідження цього питання були проаналізовані за даними Укрзалізниці відношення розмірів перевезень до та після розмежування потоків, встановлені прогнози щодо періодичності ремонтів колії.

Для прикладу на рис. 2 наведено графіки періодичності ремонтів колії до і після розмежування руху поїздів.

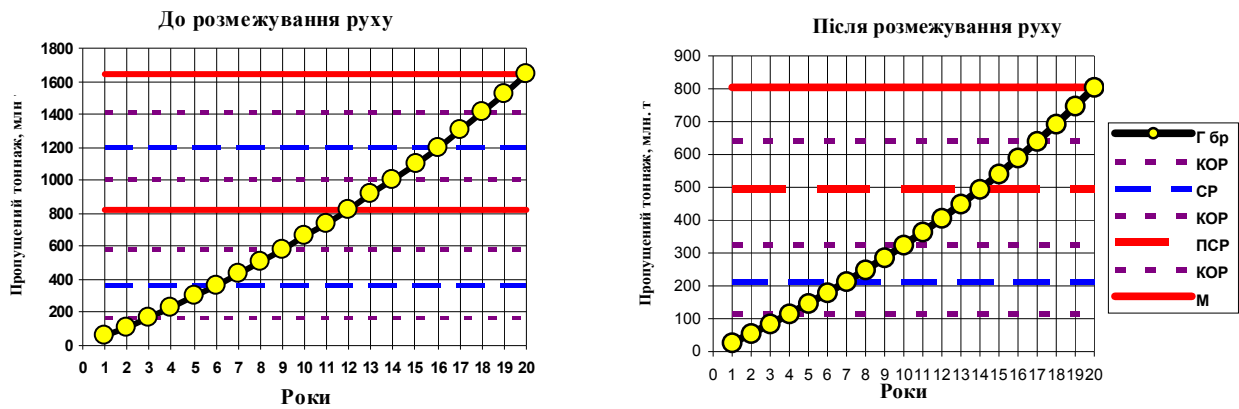


Рисунок 2 – Графіки періодичності ремонтів колії

Запропонована методика дозволяє враховувати можливість переключення частки поїздів на паралельні ходи й оцінювати витрати, пов'язані із застосуванням різних схем періодичності ремонтів колії за умови розмежування вантажного й пасажирського руху.

У *третьому розділі* досліджено вплив рухомого складу на залізничну колію при різній структурі поїздопотуку.

Для вирішення такої задачі було запропоновано комплексний показник, який дозволяє порівнювати різні варіанти дії на колію потоку поїздів протягом тривалого часу. Таким показником, що визначає загальну дію рухомого складу на колійну інфраструктуру, є сумарна робота поздовжньої $D_{\text{позд}}$, поперечної $D_{\text{поп}}$ і вертикальної $D_{\text{верт}}$ сил:

$$D = \sqrt{D_{\text{позд}}^2 + D_{\text{поп}}^2 + D_{\text{верт}}^2} \quad (2)$$

Дослідження залежності поздовжньої сили від різних параметрів виконувалось двома етапами: теоретично – на еталонних ділянках для відпрацювання методики й встановлення закономірностей і експериментально – на реальних ділянках мережі залізниць. У результаті отримано рівняння для розрахунку поздовжньої дії рухомого складу на колію для кожної категорії поїздів:

$$D_{\text{позд}} = \frac{Q \cdot L}{1000} \cdot \left(a + \frac{b \cdot Q + c \cdot l_{\text{пер}}}{1000} \right) \quad (3)$$

де Q – маса поїзда т;

L – довжина ділянки, км;

a, b, c – коефіцієнти, які залежать від категорії поїздів, складності профілю, плану лінії й швидкості руху;

$l_{\text{пер}}$ – середня довжина перегону, км.

Для визначення роботи вертикальних сил для ділянки, що має стандартну конструкцію верхньої будови колії (рейки Р65, шпали залізобетонні, баласт щебеновий, безстикова колія) і знаходиться у справному стані (відхилення від норм утримання у межах I...II ступеня, модуль пружності підрейкової основи 50 МПа) отримані аналітичні залежності у функції швидкості руху для кожного типу рухомого складу. Наприклад, для електровоза ДЕ1 $D_{\text{верт}} = 0,117V + 14,381$, для

ДСЗ $D_{\text{верт}} = 0,073 V + 10,153$ і т. д.

Робота поперечних сил залежить від бокової Y_6 й рамної сили Y_p , які визначались через направляючу силу Y_n за методикою розв'язання задач класу динамічного вписування. У роботі розглянута сучасна теорія вписування екіпажів у криві й досліджено вплив на направляючу силу колісних пар, об'єднаних рамою візка. Розрахунки виконано для нових моделей екіпажів та для тих, що тривалий час експлуатуються на залізницях. На рис. 3 наведено залежності відцентрової й направляючої сил від полюсної відстані для тривісного візка електровоза ЧС4. Експериментальні дослідження бокових сил виконані на ділянці Київ–Миронівка Південно–Західної залізниці на прямій і кривих радіусом 1 400 і 1 000 м. Проведений аналіз показав, що поперечні сили всіх видів (направляючі, бокові й рамні) залежать від непогашених відцентрових прискорень, тому на етапі порівняння варіантів впливу рухомого складу на залізничну колію при різній структурі поїздопотоків можна за аналог поперечної сили прийняти непогашену відцентрову силу, а роботу поперечних сил на колію розглядати як суму відцентрових сил упродовж всіх кривих на ділянці, тобто

$$D_{\text{поп}} = \sum (F_{\text{нп}} \cdot \Delta S), \quad (4)$$

де ΔS – крок інтегрування (переміщення поїзда упродовж кривої).

Сума таких умовних робіт по всій ділянці і для всіх типів рухомого складу і служить показником, який указує на ефект від зменшення непогашених поперечних прискорень.

Відцентрова сила визначалась для кожного типу рухомого складу, що обертається на ділянці, як функція від маси та відповідного прискорення в окремих точках (рис. 4). Непогашене прискорення розраховувалось у програмі RWPlan або за результатами експериментальних поїздок вагона КВЛ.

Для визначення економічної оцінки впливу зміни інтенсивності вантажного й пасажирського руху на знос колійної інфраструктури й розподілу витрат на утримання колії залежно від структури поїздопотоків була

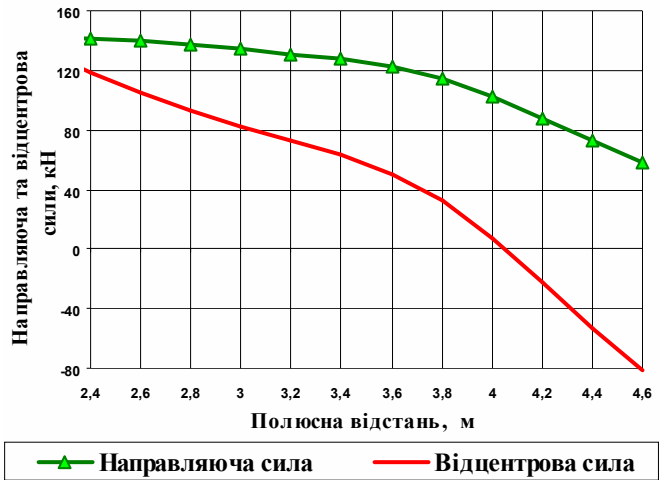


Рисунок 3 – Залежність відцентрової та направляючої сил від полюсної відстані

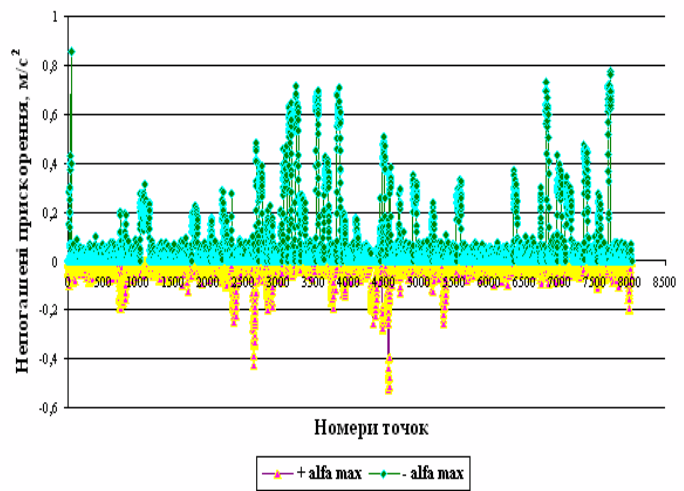


Рисунок 4 – Приклад розподілу непогашених прискорень від потоку поїздів упродовж ділянки

застосована викладена вище методика, яка реалізована у вигляді програми розрахунків ZnosInfra. На рис. 5 для прикладу наведено результати витрат на ремонт колійної інфраструктури від потоку поїздів по ділянці Красне–Львів (1 ван – вантажний $Q=4\ 600$ т; 2 ван – вантажний $Q=2\ 800$ т; 3 ван – вантажний $Q=1\ 200$ т; 4 пас – пасажирський $Q=1\ 000$ т; 5 прим – приміський $Q=400$ т).

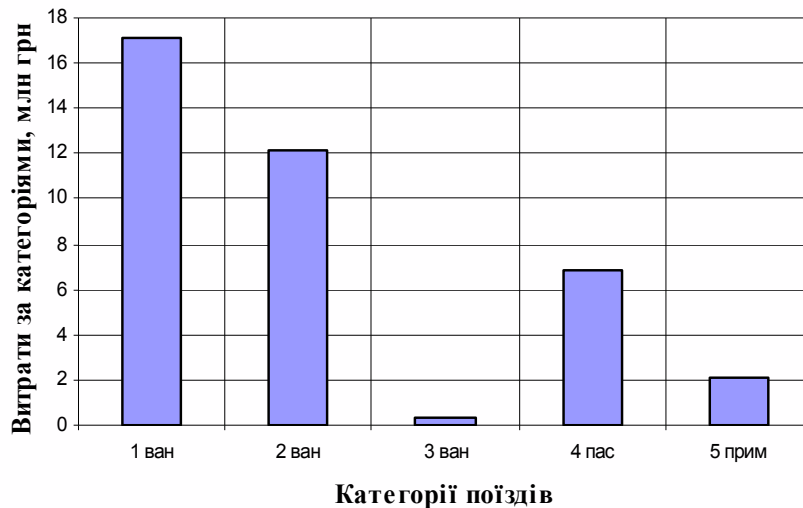


Рисунок 5 – Діаграма витрат на ремонт колійної інфраструктур

Виконані дослідження показали, що переключення руху вантажних і пасажирських поїздів на паралельні ходи дозволяє одержати додатковий прибуток за рахунок зменшення силової дії на колійну інфраструктуру. Так, за прикладами, розглянутими в дисертаційній роботі, у порівнянні з ділянками, що експлуатуються в умовах сполученого пасажирського й вантажного руху, на пасажирських напрямках залізнична колія може служити без модернізації (або капітального ремонту) в 2–2,5 разу довше.

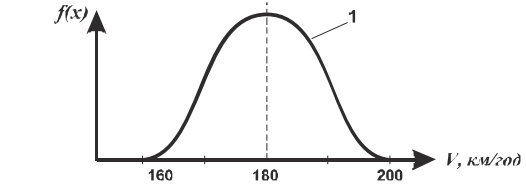
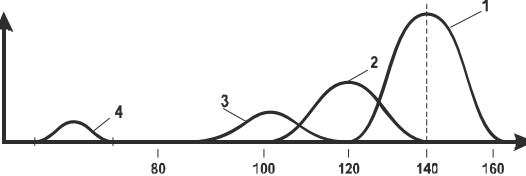
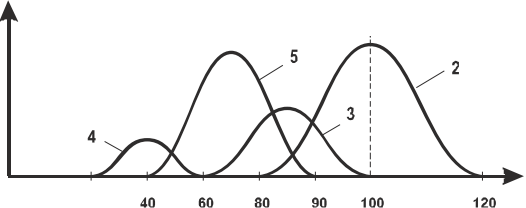
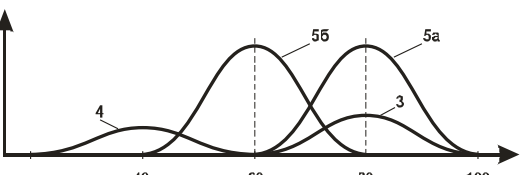
Четвертий розділ присвячено визначенню параметрів плану лінії на існуючих залізницях за умови перерозподілу перевезень.

Очевидно, що на спеціалізованих залізничних напрямках повинні діяти різні вимоги, норми утримання й конструкції колії. На основі визначення граничних показників розподілу швидкостей руху поїздів та за результатами імовірнісного моделювання поїздопотоку обґрунтовано класифікацію залізничних напрямків (табл. 1).

У зв'язку зі спеціалізацією напрямків для перевезень вантажів і пасажирів виникла потреба в корегуванні розрахункових формул. У результаті отримані значення нормативних параметрів перехідних кривих і мінімально допустимих радіусів.

При обґрунтуванні доцільності перебудови існуючих кривих, які обмежують намічені швидкості руху на напрямках розмежування вантажного й пасажирського руху вирішувалось питання: прийняти більший радіус, але меншу перехідну криву чи менший радіус і більшу довжину перехідної кривої за умови забезпечення максимально встановленої швидкості

Таблиця 1 – Класифікація напрямків за структурою поїздопотуку

Характеристика напрямку	Максимальна швидкість, км/год	Навантаження на вісь, т/вісь	Категорії поїздів	Непогашене прискорення $\alpha_{\text{нп}}$, м/с ²	Графіки розподілу швидкостей руху поїздів
<p>А Суто пасажирський рух (швидкісний): 1 – денні експреси</p>	$160 < V_{\text{max}} \leq 200$	<p>160-180</p>	$n_{\text{шв}} = 85-90 \%$ $n_{\text{приск}} = 10-15 \%$	$\alpha_{\text{нп}}^{\text{пас}} = \pm 1,0$	
<p>Б Переважно пасажирський рух (прискорений): 1 – денні експреси; 2 – пасажирські нічні поїзди; 3 – приміські; 4 – збірні</p>	$120 < V_{\text{max}} \leq 160$	<p>160-200</p>	$n_{\text{приск}}^{\text{пас}} = 60-70 \%$ $n_{\text{приск}} = 15-20 \%$ $n_{\text{зб}} = 5-10 \%$	$\alpha_{\text{нп}}^{\text{пас}} = \pm(0,7 \dots 1,0)$	
<p>В Суміщений рух: 2 – пасажирські нічні поїзди; 3 – приміські; 4 – збірні; 5 – вантажні</p>	$V_{\text{max}} \leq 120$	<p>200-225</p>	$n_{\text{пас}} = 20-30\%$ $n_{\text{вант}} = 60-70\%$ $n_{\text{прим}} = 5-10\%$	$\alpha_{\text{нп}}^{\text{пас}} = \pm 0,7 ;$ $\alpha_{\text{нп}}^{\text{ван}} = \pm 0,3$	
<p>Г Вантажний рух: 3 – приміські; 4 – збірні; 5а – вантажні повновагові; 5б – вантажні повноскладові</p>	$V_{\text{max}} \leq 100$	<p>225-300</p>	$n_{\text{вант}} = 70-80\%$ $n_{\text{зб}} = 5-10 \%$ $n_{\text{прим}} = 5-10\%$	$\alpha_{\text{нп}}^{\text{ван}} = \pm 0,3$	

З цією метою досліджено вплив параметра перехідної кривої $C = R \cdot l$ на вартість перебудови кривих та умови раціональної роботи колії. Розрахунки виконувалися для кривих з різними значеннями кута повороту й було встановлено, що в кривих з кутом повороту 30° вартість перебудови кривих збільшується у 2,3...3,3 разу порівняно з кутом повороту 20° . У кривих з кутом повороту 40° вартість збільшується відповідно у 4...5,9 рази.

Враховуючи обсяги й вартість робіт з перебудови кривих, показано що з впровадженням швидкісного руху необхідно забезпечувати максимальне значення параметра C , що можливо в разі застосування мінімально допустимого радіуса та максимальної довжини перехідних кривих, тобто

$$C \rightarrow \max | R \rightarrow \min, l \rightarrow \max, V = V_{\max}.$$

Перевірка щодо забезпечення безпеки від сходу коліс з рейок показала, що коефіцієнт запасу стійкості колеса проти вкочення на головку рейки перебуває в діапазоні 1,7...2,5 для вантажних і від 2,5 до 7,0 для пасажирських вагонів (рис. 6), що не менше допустимого значення 1,4. Ця умова виконується тим надійніше, чим більший параметр C .

У роботі досліджено також, як змінюється величина мінімально допустимого радіуса (R_{\min}) в разі переключення частки вантажних перевезень на паралельні ходи і як впливає величина підвищення зовнішньої рейки h на величину R_{\min} за умови, що підвищення відповідає середньозваженій швидкості. Результати розрахунків наведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Значення R_{\min} залежно від h і V_{\max}

V_{\max}	h	R_{\min}	h	R_{\min}	% R_{\min}	h	R_{\min}	% R_{\min}
160	100	1504	110	1437	4,5	150	1220	18,9
140	100	1152	110	1100	4,5	150	934	18,9
120	100	846	110	808	4,5	150	686	18,9

З табл. 2 випливає, що збільшення h на 10 мм (100, 110 ... 150) приводить до зменшення мінімального радіуса відповідно до 4,5...3,8 %, тобто в середньому на 4 %. Отже, при збільшенні підвищення h в кривих, які потрапляють в діапазон $R_{\min} \dots R_{\max}$, можна реалізувати швидкість V_{\max} в більшій кількості кривих. Збільшення $[\alpha_{\text{ин}}]$ від 0,7 до 1,0 м/с² призводить до зменшення величини R_{\min} в середньому на 6 % на кожну 0,1 м/с² прискорення: при $h = 100$ мм відповідно 7,1...6,2 %; при $h = 150$ мм – 5,8...5,2 % . Тобто застосування

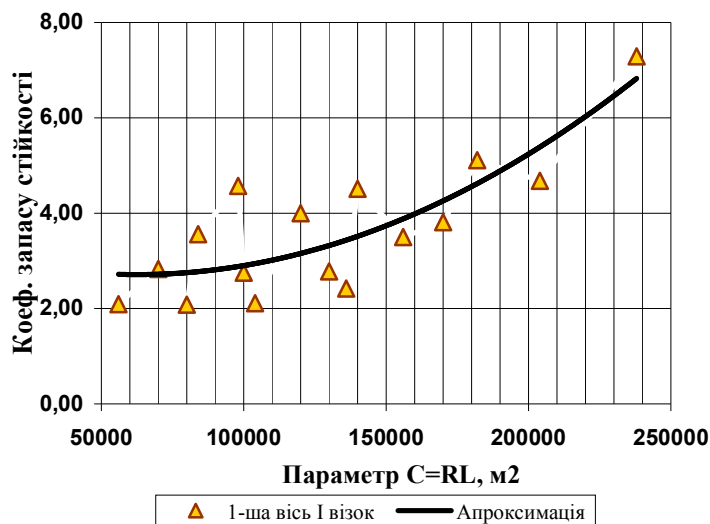


Рисунок 6 – Зміна коефіцієнта запасу стійкості проти вкочення на головку рейки залежно від параметра C

$[\alpha_{nn}] = 1,0 \text{ м/с}^2$ замість $0,7 \text{ м/с}^2$ зменшує величину мінімально допустимого радіуса на 15...19 % залежно від підвищення зовнішньої рейки в кривих.

Для дослідження впливу профілю на величину R_{\min} було введено відношення $\gamma_i = \frac{V_{\text{серзв}_i}}{V_{\text{макс}_{\text{пс}_i}}}$ та отримана формула

$$R_{\min} = \frac{(1 - k\gamma_i^2) V_{\text{макс}_{\text{нас}_i}}^2}{3,6^2 [\alpha_{nn}]_{\text{зог}}}, \quad (5)$$

З формули (5) випливає, що чим більша різниця між середніми і максимальними швидкостями пасажирських поїздів, тим більшим повинен бути мінімальний радіус. За результатами тягових розрахунків встановлено, що залежно від профілю показник γ_i дорівнює: на підйом – 0,5...0,65, на спуск – 0,7...0,85.

Величина мінімального радіуса на підйомах на 19...23 % більша, ніж на спусках через різницю між середніми й максимальними ходовими швидкостями руху поїздів.

Метою дослідження у *н'ятому розділі* є розробка математичної моделі раціонального розподілу вантажо- і пасажиропотоків з метою забезпечення мінімуму одного або декількох показників: пробігу (поїздо-км), часу руху (поїздо-год), енергоємності (механічної роботи локомотивів, кН·км чи витрат електроенергії, кВт·год), інших техніко-економічних параметрів.

Задача вирішується на основі векторної оптимізації. Мережа залізниць подана у вигляді графа $G(V, E)$ (рис. 7), де станції – це вершини графа (множина V), а ділянки між ними – ребра графа (множина E). Потік поїздів задається у вигляді матриці P_{ij} , $i, j = \overline{1, n}$, де n – кількість станцій, а P_{ij} – кількість поїздів з пункту i в пункт j .

Враховуючи те що від однієї станції до іншої можна потрапити різними шляхами, відповідно до графа між пунктами i й j існує W_{ij} простих шляхів. Кожне ребро $e \in E$ характеризується трьома параметрами: довжиною ребра, часом руху по ребру та механічною роботою під час руху поїзда по ребру.

У загальному вигляді показник оптимізації являє собою умову:

$$P_r = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \sum_{w \in W_{ij}} P(w) X_{i,j,w} \rightarrow \min, \quad (6)$$

де $P(w)$ – сумарне значення показника простого шляху w з переліку W_{ij} ;

$X_{i,j,w}$ – кількість поїздів, що рухаються із пункту i в пункт j по w -му простому шляху з переліку W_{ij} .

Мінімальне значення P_r визначається з урахуванням поїздопотоків (7) та обмеження за пропускною спроможністю кожного ребра (8):

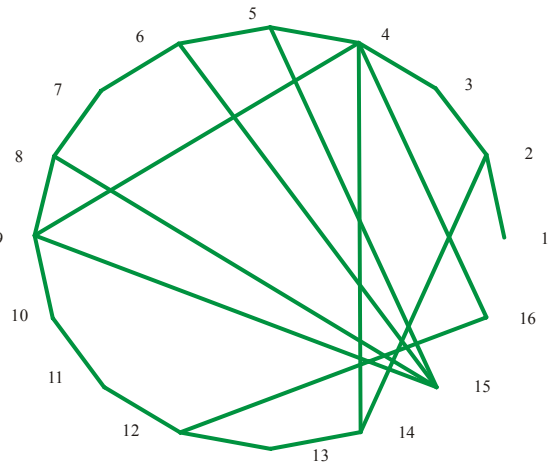


Рисунок 7 – Приклад зображення мережі у вигляді графа $G(V, E)$

$$\sum_{w \in W_{ij}} X_{i,j,w} = P_{ij}; \quad i = \overline{1, n-1}; \quad i+1 \leq j \leq n \quad (7)$$

$$\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \sum_{w \in W_{ij}} I_w(e) X_{i,j,w} \leq N(e); \quad e \in E, \quad (8)$$

де $I_w(e)$ – індикатор ребра e для шляху w ,
 $N(e)$ – пропускна спроможність ребра e .

На прикладі мережі залізниць, що зв'язує Львів і Київ, було виконано дослідження з визначення раціонального розподілу пасажирських та вантажних поїздів.

З урахуванням усіх показників було запропоновано рішення за критерієм відношення механічної роботи до часу руху в межах від найменшого часу руху до найменшої механічної роботи. Варіанти співвідношень механічної роботи та часу руху наведено на рис. 8.

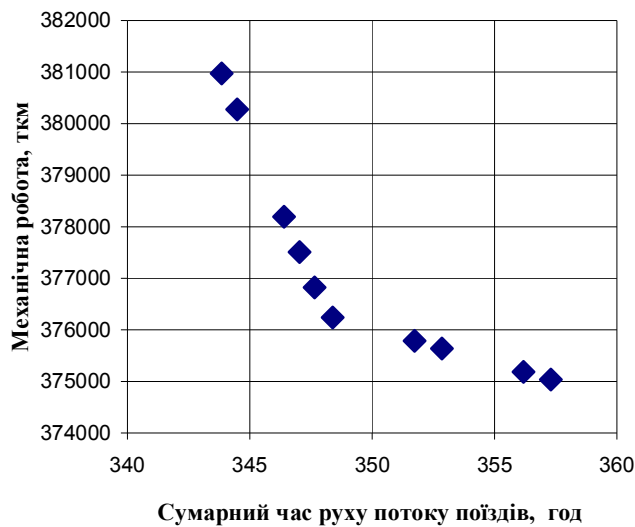


Рисунок 8 – Варіанти співвідношень механічної роботи і часу ходу
 Приклад перерозподілу пасажирських поїздів, що прямують зі Львова до Києва наведено на рис. 9.

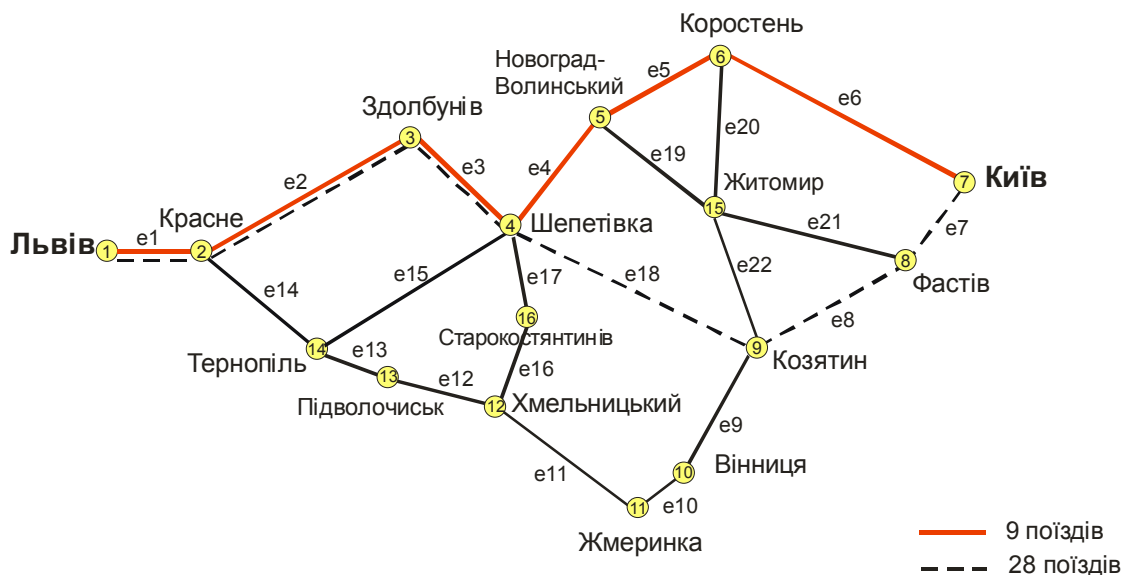


Рисунок 9 – Раціональний розподіл 37 пасажирських поїздів між паралельними ходами, що прямують зі Львова до Києва

Розроблені автором математична модель раціонального розподілу поїздопотоків і методика визначення раціональних параметрів плану на напрямках пасажирського, суміщеного й вантажного руху набули практичного застосування на ділянках міжнародних транспортних коридорів, які проходять територією України.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі на основі виконаних теоретичних та експериментальних досліджень вирішена важлива науково-технічна задача визначення умов раціональної роботи залізничної колії на спеціалізованих напрямках пасажирського, суміщеного й вантажного руху, що буде сприяти реалізації державних перспективних програм з впровадження швидкісного руху поїздів, підвищення пропускної й провізної спроможності залізниць.

Отримані результати в сукупності мають суттєве значення для залізничного транспорту. Основні наукові результати, висновки і практичні рекомендації полягають у такому:

1. Аналіз технічного оснащення та параметрів траси основних напрямків міжнародних транспортних коридорів, які проходять територією України, показав, що без розмежування вантажного й пасажирського руху й перебудови плану лінії дотриматись європейських вимог, насамперед щодо максимальної швидкості руху, неможливо. Результати аналізу підтверджують актуальність роботи.

2. Розроблено математичну модель сумісного формування раціональної схеми етапного оволодіння перевезеннями для паралельних залізничних ліній, яка відрізняється від відомих моделей тим, що дає можливість урахувати специфіку кожного з паралельних напрямів (пасажирський, вантажний, суміщений рух). Вказані дослідження дають змогу отримувати розв'язки задачі при мінімальних експлуатаційних витратах і раціональних капітальних вкладеннях, у тому числі на перебудову залізниць для підвищення швидкості пасажирських поїздів.

3. На основі запропонованого показника роботи сил взаємодії колії і рухомого складу і моделі його розрахунку стало можливим оцінювати знос колійної інфраструктури від потоку поїздів за тривалий час експлуатації залізниць. Метод раціонального розподілу поїздопотоків між паралельними ходами, що враховує запропонований показник, дає змогу науково обґрунтовувати ефективність розмежування вантажного і пасажирського руху, зменшивши при цьому на 12-21 % витрати на реконструкцію, пробіг поїздів і утримання колії.

4. Доведено, що при переключенні руху вантажних і пасажирських поїздів на паралельні напрямки можна отримувати додатковий прибуток за рахунок зменшення розладу колії. Так, на ділянках, на яких запропоновано перейти на оборот винятково пасажирських поїздів, прогнозується збільшення міжремонтних строків у 2-2,5 разу.

5. Удосконалено модель імовірнісного моделювання поїздопотоків, яка відрізняється від існуючих тим, що дозволяє враховувати планове підвищення

швидкостей руху поїздів і із заданою ймовірністю прогнозувати основні параметри кривих. За допомогою моделі досліджено вплив співвідношення швидкостей руху і маси поїздів на величину раціональних параметрів плану лінії. Доведено, що при коефіцієнті співвідношення швидкостей руху вантажних поїздів до пасажирських 0,6–0,7 на 15–21 % зменшуються обсяги робіт з перебудови кривих.

6. Встановлено, що величина мінімально допустимого радіуса R_{\min} залежить при заданій структурі поїздів від спеціалізації напрямків і ухилу елемента профілю, на якому розташована крива. Величина R_{\min} на підйомах на 19–23 % більша ніж на спусках через різницю між середньозваженою швидкістю потоку і максимальною ходовою швидкістю поїздів. Збільшення підвищення зовнішньої рейки в кривій h на 10 мм призводить до зменшення границі мінімально допустимого радіуса R_{\min} в середньому на 4 %. Збільшення непогашеного прискорення $[\alpha_{\text{м}}]$ від 0,7 до 1,0 м/с² призводить до зменшення границі мінімально допустимого радіуса R_{\min} в середньому на 6 % на кожну 0,1 м/с² прискорення. Тобто, застосування $[\alpha_{\text{м}}] = 1,0$ м/с² замість 0,7 м/с² зменшує величину потрібного мінімального радіуса на 14–19 % залежно від підвищення зовнішньої рейки в кривих.

7. Встановлено, що при перебудові кривих для впровадження швидкісного руху мінімальна дія горизонтальних сил на колію і мінімальна будівельна вартість забезпечуються при максимальному значенні параметра C . У кривих з більшим кутом повороту вартість перебудови кривих зростає: у кривих з кутом повороту 30° збільшується у 2,3...3,3 разу порівняно з кутом повороту 20°, а в кривих з кутом повороту 40° – збільшується відповідно у 4...5,9 разу.

8. Уточнена й деталізована класифікація напрямків залізниць за категоріями поїздів і структурою поїздопотоків. Запропоновано чотири види напрямків: суто пасажирський, переважно пасажирський, суміщений, вантажний рух і відповідно до класифікації графіки розподілу швидкостей руху поїздів різних категорій та критерії безпеки, плавності й комфортабельності їзди.

Основні положення та результати дисертації опубліковано в таких роботах:

Основні праці

1. Курган М. Б. Формування раціональної схеми оволодіння перевезеннями при впровадженні швидкісного руху поїздів на одній з паралельних залізничних ліній / М. Б. Курган, М. А. Заяц // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2006. – Вип. 12. – С. 41-46.

2. Курган М. Б. Визначення мінімального радіуса кривих в плані з урахуванням розподілу перевезень / М. Б. Курган, М. А. Заяц // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна – 2007. – Вип. 17. – С. 93-99.

3. Курган Д. М. Визначення раціонального розподілу поїздопотоків на мережі залізниць / Д. М. Курган, М. А. Заяц // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2010. – Вип. 34. – С. 88-93.

4. Курган М. Б. Визначення ефективності розмежування напрямків пасажирського та вантажного руху за критерієм витрат на утримання та ремонт верхньої будови колії / М. Б. Курган, М. А. Заяц // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2010. – Вип. 35. – С. 92-98.

5. Курган М. Б. Перебудова кривих для впровадження швидкісного руху пасажирських поїздів / М. Б. Курган, М. А. Гусак, Н. П. Хмелевська // Вісн. Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2012. – Вип. 40. – С. 84–91.

Додаткові праці

6. Курган М. Б. Дослідження впливу параметрів траси існуючих залізниць і рівня максимальної швидкості на комфортність їзди / М. Б. Курган, М. А. Заяц // [Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту: тези 65-ї Міжнародної науково-практ. конф.]. – Д. : ДІТ, 2005. – С. 203.

7. Курган М. Б. Впровадження швидкісного руху пасажирських поїздів за рахунок переключення вантажопотоку на паралельний хід / М. Б. Курган, М. А. Заяц // [Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту: тези 66-ї Міжнародної науково-практ. конф.]. – Д. : ДІТ, 2006. – С. 212-213.

8. Курган М. Б. Формування раціональної схеми оволодіння перевезеннями для паралельних залізничних ліній, при впровадженні на одній з них швидкісного руху пасажирських поїздів / М. Б. Курган, М. А. Заяц // [Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту: тези 66-ї Міжнародної науково-практ. конф.]. – Д. : ДІТ, 2006. – С. 213-214.

9. Курган М. Б. Визначення мінімального радіуса кривих в плані з урахуванням динаміки перевезень / М. Б. Курган, М. А. Заяц // [Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту: тези 67-ї Міжнародної науково-практ. конф.]. – Д. : ДІТ, 2007. – С. 199-200.

10. Курган М. Б. Дослідження впливу структури поїздопотоків на вибір довжини перехідних кривих при реконструкції залізниці / М. Б. Курган, М. А. Заяц // [Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту: тези 67-ї Міжнародної науково-практ. конф.]. – Д.: ДІТ, 2007. – С. 201-202.

11. Курган М. Б. Перерозподіл перевезень між паралельними ходами з урахуванням впливу поїздопотоків на залізничну колію / М. Б. Курган, І. П. Корженевич, М. А. Заяц // [Тези доп. 12-ї Міжнародної наук. конф. «Проблеми механіки залізничного транспорту»]. – Д. : ДІТ, 2008. – С.88.

12. Курган М. Б. Вплив співвідношення швидкостей руху вантажних і пасажирських поїздів на визначення параметрів кривих / / М. Б. Курган, М. А. Заяц // [Тези доп. 12-ї Міжнародної наук. конф. «Проблеми механіки залізничного транспорту»]. – Д. : ДІТ, 2008. – С. 87.

13. Болвановська Т. В. Економічна оцінка зменшення енергоємності вантажних перевезень за рахунок підвищення максимального рівня швидкості вантажних поїздів / Т. В. Болвановська, М. А. Заяц, О. О. Мазуренко, М. М. Черняков // [Тези доп. 8-ї Міжнародної наук. конф. «Проблеми економіки транспорту»]. – Д.:ДІТ, 2009. – С. 22.

14. Курган М. Б. Урахування впливу поїздопотоків на залізничну колію при перерозподілі перевезень між паралельними ходами / М. Б. Курган,

І. П. Корженевич, Б. І. Торопов, М. А. Заяц, Н. П. Хмелевська // [Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту: тези 69-ї Міжнародної науково-практ. конф.]. – Д. : ДПТ, 2009. – С. 140.

15. Курган Д. М. Визначення раціонального розподілу поїздопотоків на мережі залізниць / Д. М. Курган, М. А. Заяц // [Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту: тези 70-ї Міжнародної науково-практ. конф.]. – Д. : ДПТ, 2010. – С. 180-181.

16. Курган Н. Б. Оптимизация работы пути при перераспределении грузовых и пассажирских потоков на сети железных дорог Украины / Н. Б. Курган, М. А. Заяц // Проблемы проектирования и строительства железных дорог : сб. научн. тр. / под ред. В. С. Шварцфельда. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2011. – 12 с.

17. Курган Н. Б. Оптимізація роботи колії при вирішенні задач розмежування пасажирського та вантажного руху / Н. Б. Курган, М. А. Заяц // [Тези доп. 5-ї науково-практ. конф. «Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем в умовах реформування залізн. тр-ту: управління, економіка і технології»].- К. : ДЕДУТ, 2011. – С. 87-89.

18. Курган М. Б. Визначення оптимального підвищення зовнішньої рейки при розподіленні поїздопотоків / М. Б. Курган, М. А. Заяц // [Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту: тези 71-ї Міжнародної науково-практ. конф.]. – Д. : ДПТ, 2011. – С. 209.

19. Курган М. Б. Оптимізація роботи колії при вирішенні задач розмежування пасажирського та вантажного рухів / М. Б. Курган, М. А. Заяц // [Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту: тези 71-ї Міжнародної науково-практ. конф.]. – Д. : ДПТ, 2011. – С. 210-211.

20. Курган М. Б. Дослідження факторів, що впливають на зміну енергоємності поїздів / М. Б. Курган, М. А. Заяц, Н. П. Хмелевська // [Тезиси докл. 2-й Международной науч.-практ. конф. «Энергосбережение на ж.-д. транспорте»]. – Ждениево, 2011. – С. 26-27.

21. Курган М. Б. Влияние на износ рельсов параметров устройства пути / М. Б. Курган, М. А. Гусак, С. Ю. Байдак // [Тези доп. 13-ї Міжнародної конф. «Проблеми механіки залізничного транспорту»]. – Д. : ДПТ, 2012. – С. 75-76.

22. Курган М. Б. Оцінка ефективності перебудови кривих для впровадження швидкісного руху пасажирських поїздів / М. Б. Курган, М. А. Гусак, Н. П. Хмелевська // [Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту: тези 72-ї Міжнародної науково-практ. конф.]. – Д.: ДПТ, 2012. – С. 171.

АНОТАЦІЯ

Гусак М. А. Підвищення ефективності роботи залізничної колії при спеціалізації напрямків для вантажних і пасажирських перевезень. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.06 – залізнична колія, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Дніпропетровськ, 2012.

Дисертація присвячена розробці методу формування раціональної схеми оволодіння перевезеннями для паралельних залізничних напрямків при впровадженні на одному з них швидкісного руху пасажирських поїздів, дослідженню особливостей і підвищенню ефективності роботи залізничної колії у разі перерозподілу вантажопотоків між паралельними залізничними напрямками з визначенням параметрів плану лінії.

Для порівняння варіантів вирішення задачі розмежування вантажного й пасажирського руху був використаний новий критерій, який ґрунтується на застосуванні комплексного показника роботи сил взаємодії колії і рухомого складу, що дає можливість оцінювати знос колійної інфраструктури від потоку поїздів за тривалий час експлуатації залізниці.

Запропоновано метод раціонального розподілу поїздопотоків між паралельними ходами, що дає можливість обґрунтовано обирати найбільш придатний варіант за декількома критеріями одночасно і дозволяє вирішувати поставлені Укрзалізницею завдання, зменшивши при цьому витрати на реконструкцію, пробіг поїздів і утримання колії.

Отримані наукові результати, запропоновані методи досліджень та класифікація напрямків можуть бути використані для розробки рекомендацій з підвищення пропускної й провізної спроможності напрямків, економічної оцінки впливу інтенсивності вантажного та пасажирського руху на знос інфраструктури залізничного транспорту, уніфікації маси та довжини поїздів на основних напрямках залізниць України.

Ключові слова: графік оволодіння перевезеннями, швидкісний рух, реконструкція, залізнична колія, план лінії, математична модель.

АННОТАЦІЯ

Гусак М. А. Повышение эффективности работы железнодорожного пути при специализации направлений для грузовых и пассажирских перевозок. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.06 – железнодорожный путь, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Днепропетровск, 2012.

Диссертация посвящена разработке метода формирования рациональной схемы овладения перевозками для параллельных железнодорожных линий при организации на одной из них скоростного движения поездов, исследованию особенностей и повышению эффективности работы железнодорожного пути при перераспределении грузопотоков между параллельными железнодорожными направлениями с определением параметров плана линии.

Анализ основных направлений международных транспортных коридоров, которые проходят через территорию Украины, показал, что без отделения пассажирского движения от грузового и переустройства плана линии выполнить европейские требования, прежде всего в вопросе реализации максимальной скорости движения, затруднительно.

При перераспределении поездопотоков необходимо учитывать техническое состояние обоих параллельных направлений. Для этого была разработана математическая модель совместного формирования рациональной схемы этапного овладения перевозками для параллельных железнодорожных линий при введении на одной из них скоростного движения. Данная модель позволяет решать задачи повышения скорости пассажирских поездов при минимальных эксплуатационных расходах и рациональных капитальных вложениях на переустройство линии.

В работе предложен новый критерий для сравнения вариантов решения задачи разделения грузового и пассажирского движения, основанный на применении комплексного показателя работы сил взаимодействия пути и подвижного состава, который дает возможность оценивать износ путевой инфраструктуры от потока поездов за продолжительное время эксплуатации железной дороги.

Переключение движения грузовых и пассажирских поездов на параллельные направления позволяет получить дополнительную прибыль за счет уменьшения расстройств пути. Так, на участках, исключительно с пассажирским движением поездов прогнозируется увеличение межремонтных сроков в 2...2,5 раза.

Для определения экономической оценки воздействия интенсивности грузового и пассажирского движения на износ путевой инфраструктуры и распределения расходов на содержание пути в зависимости от структуры поездопотока была применена вышеизложенная методика и разработана программа расчетов $Z_{nosinfra}$.

Уточнена и детализирована классификация направлений железных дорог по категориям поездов и структуре поездопотока. Предложено четыре вида направлений: чисто пассажирское, преимущественно пассажирское, совмещенное, грузовое движение и соответствующие классификации графики распределения скоростей движения поездов разных категорий.

Получила дальнейшее развитие методика вероятностного моделирования потока поездов, на основе которой прогнозируются средневзвешенная скорость, возвышение наружного рельса для перспективных условий эксплуатации, соотношение скоростей движения для поездов разных категорий, что дает возможность уменьшить общее воздействие подвижного состава на путь и эксплуатационные расходы.

Результаты моделирования свидетельствуют о том, что при разделении грузового и пассажирского движения и специализации направлений для перевозок меняются скорости движения, параметры поездопотока, что вызвало необходимость пересмотра и корректировки параметров кривых: возвышения наружного рельса, длин переходных кривых и величины минимально допустимого радиуса.

Предложен метод рационального распределения поездопотоков между параллельными ходами, который позволяет обоснованно выбирать наиболее выгодный вариант по нескольким критериям одновременно, и дает возмож-

ность решать поставленные Укрзалізницею задачи, уменьшив при этом на 12...21 % расходы на реконструкцию, пробег поездов и содержание пути.

Теоретические и практические результаты использованы при выполнении шести научно-исследовательских работ по заданию Укрзалізници, Придніпровської і Львівської залізничних доріг.

Ключевые слова: график овладения перевозками, скоростное движение, реконструкция, железнодорожный путь, план линии, математическая модель.

SUMMARY

Gusak M. A. Increase of overall performance of a railway way at specialization of the directions for freight and passenger traffic. - The Manuscript.

Dissertation for the degree of candidate of technological sciences, specialty 05.22.06. – railway track. – Dnipropetrovsk national university of railway transport named after Academician V. Lazaryan. – Dnipropetrovsk, 2012.

The dissertation is devoted to development of a method of formation of the rational scheme of mastering by transportations for parallel railway lines at introduction on one of them high-speed movement of passenger trains, to research of features and increase of overall performance of a railway way at redistribution of freight traffics between parallel railway to the directions with determination of parameters of the plan of the line.

For comparison of versions of the solution of a problem of differentiation of cargo and passenger traffic the new criterion which is based on application of a complex indicator of work of forces of interaction of a way and a rolling stock that gives the chance to estimate wear of travelling infrastructure from a stream of trains for a long time of operation of the railway was used.

The method of rational trains sequence distribution between parallel courses that gives the chance to choose reasonably the most suitable option by several criteria at the same time is offered, and gives the chance to solve the problems put by Ukrzaliznytsa, having reduced thus expenses on reconstruction, run of trains and the maintenance of a way.

The received scientific results, are offered methods of researches and the scheme of classification of the directions can be used when developing recommendations about increase of throughput of the directions, an economic assessment of influence of intensity of cargo and passenger traffic on wear of infrastructure of railway transport, unification of weight and length of trains on the main directions of the railways of Ukraine.

Keywords: schedule of mastering by transportations, high-speed movement, reconstruction, track, line plan, designing norms, mathematical model.

Гусак Марина Анатоліївна

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ ПРИ
СПЕЦІАЛІЗАЦІЇ НАПРЯМКІВ ДЛЯ ВАНТАЖНИХ І ПАСАЖИРСЬКИХ
ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Надруковано згідно з оригіналом автора

Підписано до друку 22 жовтня 2012 р.
Формат 60x84 1/16. Ум. друк. арк. 0,9. Обл.-вид. арк. 1,0.
Тираж 100 пр. Зам. № _____.

Видавництво Дніпропетровського національного університету
залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна
Свідоцтво суб'єкта видавничої діяльності ДК № 1315 від 31.03.2003
Адреса видавництва та дільниці оперативної поліграфії:
вул. Лазаряна, 2; Дніпропетровськ, 49010