

Дніпропетровський національний університет  
залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна

КУРГАН МИКОЛА БОРИСОВИЧ

УДК 625.113: 656.221.1

**НАУКОВІ ОСНОВИ ПЕРЕБУДОВИ ІСНУЮЧИХ ЗАЛІЗНИЦЬ УКРАЇНИ  
ДЛЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ШВИДКІСНОГО РУХУ ПОЇЗДІВ**

Спеціальність 05.22.06 – залізнична колія

Автореферат  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
доктора технічних наук

Дніпропетровськ – 2004

**Дисертацією є рукопис.**

Робота виконана на кафедрах “Колія і колійне господарство” та “Проектування, будівництво доріг і геодезія” Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна Міністерства транспорту України.

**Науковий консультант** – доктор технічних наук, професор ДАНІЛЕНКО Едуард Іванович, Київський університет економіки і технологій транспорту, завідувач кафедри “Реконструкція і експлуатація залізниць і споруд”.

**Офіційні опоненти:**

доктор технічних наук, професор ПЕВЗНЕР Віктор Ошерович, Всеросійський науково-дослідний інститут залізничного транспорту “ОАО Российские железные дороги”, завідувач лабораторії нормативів улаштування рейкової колії і оптимізації швидкостей руху поїздів;

член-кореспондент НАН України, доктор технічних наук, професор УШКАЛОВ Віктор Федорович, Інститут технічної механіки НАН і НКА України, завідувач відділу статистичної динаміки механічних систем;

доктор технічних наук СОКОЛ Едуард Миколайович, Львівський науково-дослідний інститут судових експертиз, провідний співробітник.

**Провідна установа** – Українська державна академія залізничного транспорту, Міністерство транспорту України, м. Харків

Захист відбудеться “08” квітня 2004 р. о 14-10 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.820.01 у Дніпропетровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна Міністерства транспорту України за адресою: 49010, м. Дніпропетровськ, вул. Акад. Лазаряна, 2, зал засідань, к. 314.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна Міністерства транспорту України.

Автореферат розісланий “02” березня 2004 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради,  
доктор технічних наук, професор

Костін М. О.

## **ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ**

**Актуальність теми.** Радикальним засобом, що забезпечує стійкі позиції на міжнародному ринку транспортних послуг, є створення в Україні швидкісних залізниць з виходом на європейську мережу і країни СНД. Залізнична мережа України органічно вписується в європейську через Польщу, Словаччину, Угорщину, Румунію, Молдову, Болгарію (поромна переправа). За попередніми оцінками, потенційні можливості щодо залучення додаткових міжнародних транспортних потоків досить великі. Обсяг таких перевезень уже найближчим часом може бути збільшений на 25-30 %. Однак вигідне, з погляду транспортних перевезень, геополітичне розташування України зараз не використовується повною мірою.

Вимоги до залізничної інфраструктури міжнародних транспортних коридорів, запропоновані Європейським співтовариством, досить жорсткі. Основною з них є параметр швидкості руху поїздів – не менше 160 км/год.

Незважаючи на істотне зниження обсягів перевезень за останні роки, умови роботи залізниць України у порівнянні з закордонними залишаються більш важкими. Це, насамперед, зумовлюється інтенсивністю перевезень вантажів і пасажирів, величиною статичних навантажень на осі рухомого складу, середньою вагою вантажних поїздів. Вантажонапруженість магістральних залізниць України в 3,5 разу перевищує середньоевропейський рівень і становить 8 млн. ткм/км на рік.

З огляду на те, що залізниця є основною транспортною ланкою, яка з'єднує Україну з Росією, країнами Кавказу, Західної і Центральної Європи, міжнародна транспортна мережа України й діюча система перевезень вимагають принципових змін з метою забезпечення високої швидкості руху поїздів, скорочення часу доставки вантажів і пасажирів. Все це викликає нагальну потребу в розробці наукових основ перебудови існуючих залізниць для впровадження швидкісного руху поїздів з встановленням нормативної бази реконструкції плану й профілю і визначенням оптимальної стратегії розподілення інвестицій для досягнення максимального ефекту.

На основі системного підходу в дисертації вирішується комплекс взаємозалежних задач, що входять до однієї проблеми і представляють наукову основу перебудови існуючих залізниць для впровадження швидкісного руху поїздів на головних напрямках міжнародних транспортних коридорів України.

**Зв'язок роботи дисертанта з науковими програмами, планами, темами.** Робота виконана відповідно до “Програми створення та функціонування національної мережі міжнародних транспортних коридорів в Україні” (Постанова Кабінету Міністрів України від 20.03.98 № 346) та перспективної програми “Організація швидкісного руху на головних магістралях України зі швидкістю до 200 км/год”, затвердженої Міністерством транспорту України.

Рішенням V Комісії Організації співробітництва залізниць (ОСЗ) від 7.08.95 р. Укрзалізниця була визначена ведучим виконавцем при розробці технічних нормативів для колій існуючих залізниць, які входять до міжнародних транспортних коридорів. З цього періоду проводяться цілеспрямовані наукові дослідження, у яких особисту участь брав автор дисертаційної роботи. Результати досліджень увійшли в Матеріали нарад експертів V Комісії ОСЗ із технічних питань у вигляді технічних нормативів з улаштування й утримання залізничної колії для швидкостей 160-250 км/год.

Обраний напрямок досліджень зв'язаний також з виконанням науково-дослідних робіт у Дніпропетровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна згідно до щорічних координаційних планів НДДКР Укрзалізниці: “Розробка технічних вимог і норм утримання залізничної колії і колійних конструкцій в зв'язку з впровадженням швидкостей руху до 160-200 км/год на існуючих лініях України, які входять до міжнародної магістралі Європа-Азія” (затв. наук.-техн. радою Мінтрансу від 21.02.96, № ДР 0198U000823), “Розробка заходів щодо підвищення швидкості руху пасажирських поїздів до 140 км/год на ділянках Зернове–Хутір-Михайлівський–Київ і Жмеринка–Вапнярка

Південно-Західної залізниці” (договір № ПЗ/П-011775/НЮ від 10.10.01, № ДР 0102U005874), “Розробка стратегії підвищення швидкості руху поїздів на транспортних коридорах у межах Львівської залізниці” (договір № 283 ЮР-НЗ-01, № ДР 0102U005868), “Розробка стратегії підвищення швидкості руху поїздів до 160-200 км/год на ділянці Київ-Зернове міжнародного транспортного коридору з оптимальним використанням капіталовкладень” (договір № 90/03-3/03-ЦТех, закінчення в 2004 р.).

Основні результати роботи отримано під час досліджень, де дисертант виступав у якості наукового керівника чи відповідального виконавця і є автором звітів наведених науково-дослідних робіт.

Тема дисертації відповідає галузевій програмі модернізації колійного господарства залізниць України й узгодженій Програмі робіт ОСЗ щодо організації швидкісного руху по міжнародних транспортних коридорах.

**Мета і задачі дослідження.** Метою дослідження є розробка методів та теоретичних основ впровадження швидкісного руху поїздів на основних напрямках міжнародних транспортних коридорів, які проходять територією України, за рахунок оптимізації стратегії перебудови існуючих ділянок залізниць на основі системного підходу.

Системний підхід передбачає розв’язання таких завдань:

1. Дослідження передумов щодо можливості впровадження швидкісного руху на залізницях України (160 км/год і більше).
2. Урахування досвіду інших країн на основі аналізу проектів закордонних швидкісних магістралей.
3. Визначення об’єктів дослідження – ділянок транспортних коридорів як елементів системи з урахуванням взаємозв’язків між ними.
4. Доповнення й коригування технічних вимог і норм до проектування реконструкції плану і поздовжнього профілю існуючих магістралей при впровадженні швидкісного руху з урахуванням особливостей роботи українських залізниць.
5. Розробка методу перебудови складних ділянок плану лінії з визначенням допустимої швидкості руху поїздів. Урахування реально існуючих коливань обсягів робіт і вартісних ставок.
6. Удосконалення стратегії оптимальної перебудови існуючих залізниць з метою приведення основних залізничних напрямків до міжнародних параметрів (стандартів) на основі розробки нових математичних моделей.

*Об'єкт досліджень* – ділянки залізниці (об'єкти у межах транспортного коридору), що підлягають реконструкції з метою прискорення перевезень вантажів і пасажирів.

*Предмет досліджень* – процес уведення на залізницях України швидкісного руху поїздів.

*Методи досліджень.* У роботі використовувались:

- основні положення системного аналізу. Залізничний транспортний коридор розглядається як технічна система, представлення якої дається через морфологічний, функціональний й інформаційний опис з виділенням підсистем 1-го, 2-го і 3-го рівней;

- статистичний аналіз і натурні спостереження для визначення параметрів плану й поздовжнього профілю;

- методи математичного моделювання;

- методи динамічного та лінійного програмування, векторного аналізу для визначення першочергових ділянок, що підлягають реконструкції, і оптимального розподілу інвестицій на реконструкцію;

- динамічний натурний експеримент.

**Наукова новизна отриманих результатів** полягає в наступному:

1. Уперше запропоновано модель розрахунку “показника швидкісного руху”, з використанням якого науково обгрунтовані і визначені пріоритетні ділянки для впровадження швидкісного руху на основних напрямках міжнародних транспортних коридорів.

2. Удосконалено способи визначення допустимих швидкостей руху на складних ділянках плану лінії з використанням математичної моделі просторових коливань пасажирського вагона. На основі цієї моделі й результатів проведених експериментальних поїздок зі швидкістю до 160 км/год розроблена методика перебудови плану лінії.

4. Уперше розроблено й застосовано для вирішення поставлених задач імовірнісну модель руху потоку поїздів, на основі якої прогноуються середньозважена швидкість і підвищення зовнішньої рейки для перспективних умов експлуатації, співвідношення швидкостей руху для поїздів різних категорій, що дозволило удосконалити теоретичні основи обгрунтування мінімального радіусу й інших параметрів кривих.

5. Набула подальшого розвитку модель перебудови плану лінії. Новий підхід до визначення вартості перебудови кривих ділянок колії шляхом уведення коефіцієнтів, які інтерпретують закони розподілу обсягів робіт і вартісних ставок, надав можливість враховувати реально існуючі коливання обсягів робіт, більш обгрунтовано виділяти

капіталовкладення на реконструкцію об'єктів і уникнути помилок, пов'язаних із неточним прогнозом.

6. Запропоновано комплексний спосіб проектування реконструкції поздовжнього профілю, який полягає в застосуванні тягово-експлуатаційної моделі. У якості критеріїв використовуються повні прискорення (поперечні, вертикальні, поздовжні) і коефіцієнт комфорту, що дозволяє визначати і впроваджувати заходи для покращення комфортабельності їзди пасажирів.

7. Уперше розроблено математичні моделі вибору стратегії оптимальної реконструкції залізниці, які базуються на використанні неадитивної функції скорочення часу від набору об'єктів, що включаються в реконструкцію. Новий метод дозволяє знаходити раціональну швидкість руху по кожному об'єкту чи ділянці відповідно критерію оптимізації (час руху, витрати електроенергії, експлуатаційні витрати тощо).

### **Практичне значення отриманих результатів.**

1. Нові методи, положення і результати досліджень використані під час розробки і видання таких нормативних документів Укрзалізниці й ОСЗ:

- Правила визначення підвищення зовнішньої рейки і встановлення допустимих швидкостей у кривих ділянках колії на залізницях України”, розділ 5 “Визначення допустимих швидкостей руху по сполученнях кривих: ЦП/0056: Затв. наказом Укрзалізниці від 27. 04. 99. – К., 1999.

- Дифференцированные технические требования для железнодорожного пути в сообщении Европа–Азия: Р 786/1. – Варшава, 1999.

- Технические нормативы по реконструкции и содержанию железнодорожного пути в сообщении Европа–Азия: Р 786/2. – Варшава, 1999.

- Тимчасова інструкція з організації швидкісного руху пасажирських поїздів. Вимоги до інфраструктури та рухомого складу: ВНД 32.1.07.000-02: Затв. наказом Укрзалізниці від 12.07.02 № 360-Ц. – К., 2002.

2. Із застосуванням нової методики, запропонованої автором, визначено першочергові перегони для модернізації й усунення бар'єрних місць, що стримують швидкість руху, на ділянках Зернове–Київ Південно-Західної залізниці й Підволочиськ–Львів Львівської залізниці з оптимальним використанням капіталовкладень, що підтверджується відповідними актами.

3. Наукові результати використані у науково-дослідних роботах і в навчальному процесі – у магістерських роботах і дипломних проектах Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна.

**Особистий внесок здобувача.** 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] подано доповнення до існуючої методики порівняння варіантів на основі уведення коефіцієнтів із заданим законом розподілу, що враховують можливі зміни складових будівельно-експлуатаційних витрат. У [2] розроблено модель вибору мінімального радіуса кривої з урахуванням недостовірності вихідних даних. У [3] подано методику збільшення довжини прямої вставки між сполученими кривими для різних розрахункових випадків. У [4] подано концепцію підвищення швидкості руху на конкретних ділянках Львівської залізниці. У [5] розроблено алгоритм для автоматизації розрахунків з визначення допустимої швидкості в кривих. У [6] запропоновано технологію функціонування підсистеми “АРМ-швидкість” для поетапного приведення існуючих ліній до міжнародних параметрів. У [10] розроблено алгоритм для визначення допустимої швидкості в кривих. У [11] обгрунтовано етапи модернізації залізниці на основі аналізу маршрутних швидкостей. У [12] наведено методику визначення сфери контрейлерних перевезень на ділянках із суміщеним рухом поїздів. У [13] сформульована постановка задачі і розроблено методику визначення мінімального радіуса кривих у плані для досягнення проектної швидкості. У [15] запропоновано методику, що базується на урахуванні геометричних і динамічних критеріїв при встановленні норм утримання кривих. У [16] запропоновано тягово-експлуатаційну модель для визначення можливостей підвищення швидкості руху. У [17] сформульована постановка задачі й запропоновано технологію визначення заходів для підвищення швидкості руху. У [18] запропоновано методику визначення параметрів кривих при реконструкції плану з урахуванням динамічного впливу поїздів на колію. У [19] запропоновано динамічну модель оцінки експлуатаційних витрат при впровадженні швидкісного руху. У [20] розроблено модель відступів в утриманні перехідних кривих і подана оцінка впливу на швидкість руху поїзда. У [21] сформульована постановка задачі й розроблено методику для визначення найбільш ефективних перегонів і послідовності виконання робіт із реконструкції залізниці. У [22] виконано аналіз різних методів зйомок кривих і запропонована їх паспортизація з урахуванням сучасних вимог. У [23] розроблено економіко-математичну модель оптимальної перебудови ділянок залізниці для підвищення швидкості руху поїздів. У [24] запропоновано методику встановлення проектної довжини прямої вставки між сполученими кривими на основі моделювання коливань пасажирського вагона, у [27] розроблено алгоритм перебудови існуючих кривих, що враховує коливання обсягів робіт і вартісних ставок.

Роботи [7-9, 14, 25 і 26] написані автором особисто.



**Апробація результатів дисертації.** Основні положення та результати дисертації доповідались і отримали схвалення на: V Міжнародній науково-технічній конференції Західного наукового центру Транспортної академії України і Жешувської політехніки “Проектування, виробництво та експлуатація автотранспортних засобів і поїздів” (Львів, жовтень 1995 р.); Міжнародній конференції “Шляхи розвитку західних транспортних інфраструктур і здешевлення послуг перевезень” (Ужгород, Закарпатінтерпорт, червень 1996 р.); Міжнародному науково-практичному семінарі Західного наукового центру Транспортної академії України “Проблеми комбінованого транспорту в Україні” (Львів, травень 1997 р.); VIII Міжнародній конференції “Vysokorychlostne trate” (Словаччина, Жилінський університет, листопад 1997 р.); нараді експертів V Комісії ОСЗ “Технічні нормативи з улаштування й утримання залізничної колії при швидкостях 160-250 км/год” (Санкт-Петербург, серпень 1998 р.); Міжнародній конференції “Міжгалузеві проблеми екології транспорту” (Дніпропетровськ, ДПТ, жовтень 1998 р.); X Міжнародній науково-практичній конференції “Проблеми взаємодії колії і рухомого складу” (Дніпропетровськ, ДПТ, жовтень 1998 р.); науковому семінарі кафедр “Колія та колійне господарство” (Дніпропетровськ, ДПТ, грудень 1998 р.); Міжнародній конференції з проблем захисту навколишнього середовища при організації швидкісного руху поїздів “RAILWAY NOISE-99” (Варшава, CNTK, травень 1999 р.); X Міжнародній конференції “Проблеми механіки залізничного транспорту” (Дніпропетровськ, ДПТ, березень 2000 р.); I Міжнародній науковій конференції “Проблеми економіки транспорту в умовах реструктуризації” (Дніпропетровськ, ДПТ, лютий 2001 р.); II Міжнародній науковій конференції “Проблеми економіки транспорту” (Дніпропетровськ, ДПТ, травень 2002 р.); Міжнародній науково-практичній конференції “Проблеми безпеки на транспорті” (Білорусь, БелГУТ, жовтень 2002 р.); міжкафедральному науковому семінарі кафедр “Колія та колійне господарство” і “Проектування, будівництво доріг та геодезія” (Дніпропетровськ, жовтень 2003 р.); Міжнародній науково-практичній конференції присвяченій 90-річчю професора М. А. Фрішмана “Проблеми взаємодії колії та рухомого складу” (Дніпропетровськ, ДПТ, жовтень 2003 р.); Всеросійській науково-технічній конференції, присвяченій 125-річчю Свердловської залізниці “Проблеми і перспективи розвитку залізничного транспорту”, (Єкатеринбург, УрГУПС, жовтень 2003).

**Публікації.** Основний зміст дисертації опубліковано в 51 науковій праці, у тому числі у 27 фахових виданнях і 24 – додаткових, з них 18 статей в наукових журналах; 20 статей у

збірниках наукових праць; одне науково-виробниче видання і 12 статей у матеріалах і тезах міжнародних конференцій (Україна, Польща, Росія, Словачія).

**Структура й обсяг роботи.** Дисертація складається із вступу, семи розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Повний обсяг становить 515 с., з них основний текст на 317 с., 128 рис. і 66 табл., список використаних джерел з 194 найменувань подано на 23 с., 19 додатків на 165 с.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми, сформульовані мета й задачі дослідження, відображена наукова новизна результатів, їх практичне значення. Наводяться відомості про апробацію й публікацію одержаних результатів.

У **першому розділі** виконано аналіз основних етапів підвищення максимальної швидкості руху поїздів за кордоном і в Україні, представлено системну модель транспортного коридору. Показано, що проблема швидкості для залізниць України набула великого значення, враховуючи геополітичне положення нашої держави й інтеграцію до європейської транспортної мережі.

Вказана проблема не є новою, але залишається різнобічною і складною. Комплексні дослідження технічних, економічних і соціальних проблем підвищення швидкості руху поїздів у різні роки проводили і проводять науково-дослідні інститути й вищі навчальні заклади.

У роботах професорів О. П. Єршкова, А. Ф. Золотарського, М. А. Фрішмана, М. А. Чернишова, розглянуті питання підготовки колії до високошвидкісного руху.

Дослідженням процесів взаємодії колії та рухомого складу при високих швидкостях присвячені роботи відомих авторів С. В. Вершинського, В. Д. Дановича, О. Я. Когана, М. Л. Коротенко, В. А. Лазаряна, М. О. Радченка, В. Ф. Ушкалова.

Наукові основи оптимізації поздовжнього профілю і плану залізниці з використанням математичних моделей викладено в роботах професорів Г. Л. Аккермана, Є. П. Блохіна, А. А. Босова, В. О. Бучкіна, О. В. Гавриленкова, А. К. Дюніна, І. І. Кантора, В. В. Рибкіна, І. В. Турбіна.

Вирішенням різних задач цієї багатопланової проблеми в Росії і Україні займалися професори В. Г. Альбрехт, С. В. Амелін, В. І. Ангелейко, М. Ф. Веріго, Б. Е. Глюзберг, Е. І. Даніленко, М. І. Карпущенко, В. І. Новакович, В. О. Певзнер, М. М. Путря, Є. С. Свінцов, Г. М. Шахунянц, В. Ф. Яковлев, д.т.н. Е. М. Сокол; кандидати технічних наук Л. П. Ватуля,

В. І. Євграфов, М. І. Карпов, І. П. Корженевич, О. О. Матвієнко, Л. З. Прасов, О. О. Шехватов;  
за кордоном – Н. Балух, Ф. Бірман, К. Мацубара, А. Тіль, та ін.

Враховуючи історичний досвід, а також беручи до уваги все те позитивне, що було накопичено в дослідженнях вчених країн СНД і Європи з проблеми швидкісного руху поїздів, поставлені в дисертаційній роботі задачі вирішуються з урахуванням реконструкції міжнародних транспортних коридорів і особливостей їх роботи у межах України на основі впровадження системного підходу.

Транспортний коридор, що сьогодні потребує реконструкції, характеризується сукупністю зовнішніх зв'язків із міжнародною мережею залізниць, іншими видами транспорту, природним середовищем.

Подамо транспортний коридор у вигляді набору елементів  $S$  і тоді задача полягає в знаходженні такого набору елементів реконструйованої системи  $S'$ , який дасть скорочення часу руху  $T$  не менше потрібного при мінімальній вартості реконструкції

(1)

Система  $S$ , у свою чергу, розкладається на підсистеми

(2)

де  $S_1$  – підсистема 1-го рівня (відокремлена ділянка); під відокремленою будемо розуміти таку залізничну ділянку, яка складається з одного або декількох перегонів, та починається і закінчується станцією, де поїзд має обов'язкову зупинку;  $i$  – номер відокремленої ділянки ( $i$ ) від  $1$  до  $n$  у множині  $S$ ;  $L_i$  – фізична довжина. Тоді

(3)

де  $T_i$  – перелік затримок у русі поїзда, що не враховані в структурі підсистеми  $S_1$ ;  $f$  – функція визначення часу руху поїзда за результатами тягових розрахунків.

Підсистема  $S_2$  складається із множини підсистем 2-го рівня ( $S_{2i}$ ) – перегін, станція

(4)

де  $j$  – номер перегону ( $j$ ) від  $1$  до  $m$  у множині  $S_1$ .



Підсистема 2-го рівня ( $S_{2i}$ ) – це множина об'єктів  $S_{2ij}$ , що обмежують швидкість руху і підлягають реконструкції (крива, ділянка хворого земляного полотна, дефектна штучна споруда, переїзд тощо).

(5)

де  $n$  – номер об'єкта реконструкції ( $n$ ) від 1 до  $N$  у множині .

Об'єкт характеризується довжиною ( $L_n$ ) і вартістю реконструкції ( $C_n$ ) для досягнення допустимої швидкості  $V_n$ , де  $V_n$  – варіант із скінченної кількості можливих .

Для підсистеми 2-го рівня потрібно знайти оптимальний набір об'єктів, що підлягають реконструкції на кожному перегоні –

(6)

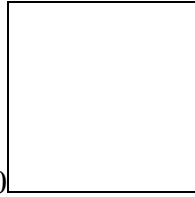
При цьому достовірне скорочення часу руху від реконструкції може бути отримане в результаті виконання тягових розрахунків ( $T_n$ ), що враховують стан перегону до  $V_n$  і після реконструкції, результати на попередній і наступній ділянках, а також параметри ділянки ( $L_n$ ), що не включені в об'єкти можливої реконструкції.

У **другому розділі** досліджено передумови впровадження швидкісного руху поїздів на ділянках міжнародних залізничних коридорів, розташованих на території України. Для цього проаналізовані основні технічні параметри транспортних коридорів (технічне оснащення, параметри плану й профілю, вантажонапруженість) і їх відповідність європейським вимогам, тенденції росту маршрутних швидкостей та ін.

Маршрутна швидкість визначає кінцевий результат перевезень, а тому її аналіз представляє особливий інтерес. За даними Укрзалізниці побудовані графіки, (рис. 1).

У першому інтервалі ( $V_n < 110$  км/год) вартість реконструкції збільшується повільно і становить в середньому 0,2 млн. грн. на кожні 10 км/год підвищення маршрутної швидкості. Така швидкість забезпечується при уведенні прискореного руху пасажирських поїздів

( $V_n$  – до 160 км/год) – I етап реконструкції.



У другому інтервалі (110-160 км/год) вартість реконструкції інтенсивно зростає і становить у середньому 1,7 млн. грн. на кожні 10 км/год підвищення маршрутної швидкості. Така швидкість забезпечується при уведенні швидкісного руху пасажирських поїздів (= 160-200 км/год) – II етап реконструкції.

Виконані розрахунки показали, що при підвищенні маршрутної швидкості до 95-110 км/год і максимальної швидкості до 140-160 км/год можна реалізувати поїздки поїздами денного сполучення від Києва до Харкова, Одеси, Львова, Дніпропетровська, а також від Харкова до Сімферополя.

Рисунок 1– Залежність часу руху поїзда й вартості реконструкції ділянки довжиною 600 км від рівня маршрутної швидкості

Для визначення економічної ефективності перевезень пасажирів денними експресами проведено порівняння з існуючою схемою “вечір-ранок”. У загальному вигляді річна економія від упровадження швидкісного руху складається з економії локомотиво-годин, вагоно-годин, пасажиро-годин, можливої економії (при певних умовах, з урахуванням зйому вантажних поїздів) експлуатаційних витрат :

(7)

де – розрахункові ставки відповідно на локомотиво-годину; вагоно-годину, помножену на кількість вагонів, і пасажиро-годину, помножену на кількість пасажирів в поїзді, грн.; , – відповідно довжина ділянки, км, і кількість пасажирських поїздів; – різниця маршрутних швидкостей до і після введення швидкісного руху, .

Для встановлення першочергових ділянок, що підлягають реконструкції, визначався позитивний ефект за рахунок збільшення маршрутної швидкості – і негативний ефект за рахунок зростання нерівномірності руху – , якщо не впроваджена достатня кількість заходів для ліквідації обмежень швидкості,

де і – коефіцієнти дисперсії швидкості до і після реконструкції відповідно; і – аналогічні коефіцієнти дисперсії прискорень.

Тоді ефективність підвищення швидкості можна визначити як

(8)

де , – питома вартість відповідно до ефекту і витрат .

При  підвищення швидкості прийнятне і чим більше, тим воно вигідніше.

За допомогою запропонованого показника (8) можна дати не тільки кількісну, але й якісну оцінку уведення швидкісного руху.

У **третьому розділі** показана необхідність удосконалення існуючої методики визначення допустимої швидкості руху на складних ділянках плану лінії і запропоновані нові підходи, які базуються як на геометричній моделі, так і використовують математичну модель просторових коливань швидкісного вагона.

Для визначення допустимої швидкості по сполученнях кривих при уведенні швидкісного руху розглядається процес загасання коливань при виході екіпажа з кривої ділянки на пряму за допомогою математичного моделювання. Як база була використана модель руху пасажирського вагона, розроблена в ДПТі під керівництвом професора В. Д. Дановича. Відповідно до поставленої задачі були внесені доповнення, що враховують взаємодію реборд коліс і рейок при русі по кривій реального обрису, знятій у натурі і представленій у вигляді координат точок. Результатом розв'язку системи з 60 рівнянь є лінійні й кутові переміщення всіх розглянутих тіл, їхні швидкості й прискорення.

Були також досліджені процеси взаємодії екіпажа і колії при наявності розбіжностей відводів підвищення зовнішньої рейки і кривизни. Установлено, що випередження підвищення стосовно кривизни є несприятливими з позиції комфортабельності їзди і таку несправність слід оцінювати як відступ за рівнем. А випередження відводу кривизни відносно відводу підвищення зовнішньої рейки приводить до необхідності зменшення допустимої швидкості руху. На основі отриманих результатів відкорегована методика визначення допустимої швидкості руху поїздів в кривих з такими несправностями.

Показано, що похибки вихідних даних, а також відступи в утриманні кривих змінюють

величину допустимої швидкості руху до  30 %.

**Четвертий розділ** присвячено розробці технічних вимог і норм проектування реконструкції плану існуючих залізниць при впровадженні швидкісного руху.

До теперішнього часу не було вирішене питання щодо прогнозування параметрів кривих при перебудові залізниць під швидкісний рух. Запропонований автором підхід оснований на

моделюванні руху потоку поїздів. Потік поїздів подається у вигляді тривимірної поверхні, що є апроксимуючою для реального розподілу мас і швидкостей руху поїздів. Така поверхня описується рівнянням, що визначає кількість поїздів для заданої швидкості й маси. Сумарний вплив потоку поїздів на колію визначається формулою

(9)

де  $a$  – непогашене поперечне прискорення, що залежить від швидкості й параметрів кривої (радіуса й підвищення).

З метою наближення функції у виразі (9) до реальних умов експлуатації потік поїздів розглядається імовірнісним, розбивається на категорії, для кожної з яких задаються параметри законів розподілу.

*Підвищення зовнішньої рейки.* При визначенні оптимального підвищення в кривій розв'язується така система рівнянь:

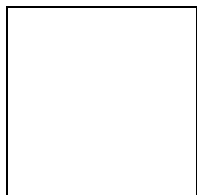
(10)

(11)

(12)

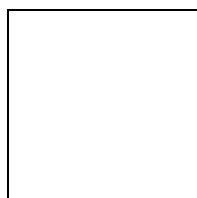
де  $F$  – мінімальна сумарна дія поперечних сил на колію в кривій. Останнє забезпечується в тому випадку, коли виконується умова

де  $n$  – відповідно кількість, маса і непогашені прискорення, що реалізуються поїздами



категорії.

При неможливості прийняття підвищення зовнішньої рейки за вищевикладеними критеріями (10-12) передбачається скорочення інтервалу прогнозованих швидкостей



. Враховуючи важливість цього питання, одним з критеріїв при встановленні параметрів плану лінії запропоновано співвідношення швидкостей вантажних і пасажирських поїздів.

*Мінімальний радіус.* Криві в більшості випадків визначають надійність роботи залізничної колії й рівень допустимої швидкості. На основі аналізу даних, отриманих з використанням моделі і матеріалів швидкісних випробувань локомотивів ЧС7, ЧС8 і ДС3, встановлено, що в кривих радіусом 1400-1600 м максимально ймовірні напруження в кромках

підшви рейок становлять 110-177 МПа (до 75 % від допустимого значення), а максимально ймовірні бокові сили 70-77 кН. При таких радіусах забезпечуються коефіцієнт стійкості рейко-шпальної решітки в колії з щебеним баластом і стійкість коліс проти вкочення на головку рейки. Таким чином, основною умовою для визначення мінімального радіуса є неперевикнення допустимих непогашених прискорень.

У дисертації встановлена сфера застосування мінімально рекомендованих і мінімально допустимих радіусів кривих. Мінімально рекомендовані радіуси кругових кривих у плані забезпечують виконання всіх трьох вимог (10-12); рекомендуються при перебудові кривих із малими кутами повороту (до 15-20°) і робочими відмітками земляного полотна до 4-6 метрів.

Мінімально допустимі радіуси визначаються за графіками на пересіченні кривих і, (рис. 2). У цьому випадку виконуються тільки дві умови – (11) і (12).

Приймати допускається у складних умовах траси при вантажнапруженості до 15-20 млн. ткм/км за рік.

Рисунок – 2. Залежність підвищення зовнішньої рейки від радіуса кривої (=160 км/год, = 90 км/год, =70 км/год)

*Перехідні криві.* Аналіз запропонованих Шахунянцом, Дюніним, Мінорським, Лохтманом і Роте та ін. перехідних кривих показав, що всі вони на значному протязі в початковій частині мають малі ординати і утримання таких кривих у правильному положенні при сучасній конструкції верхньої будови колії важко здійснити. В той же час, прийнята на залізницях СНД і інших країн радіоїдальна спіраль не задовольняє всім необхідним вимогам на початку і в кінці перехідної кривої, що, однак, можна компенсувати належним вибором її довжини для обмеження виникаючих сил і прискорень.

Для проведення аналізу взаємодії рухомого складу і колії в перехідних кривих і установлення необхідної їхньої довжини були використані матеріали дослідних поїздок на перегоні Тавричеськ–Бурчацьк Придніпровської залізниці (електровоз ЧС2, радіус 760 м), на перегоні Петро Кривоніс–Підгірці Південно-Західної залізниці (електровоз ЧС8, радіус 1400 м), проведених ДПТом і електровоза ЧС4 зі швидкістю 160 км/год по кривій радіусом 1600 м, проведених “ВНИИЖТ”. Аналіз даних експерименту показав, що при правильно встановлених параметрах перехідних кривих, які відповідають максимальній швидкості руху і радіусу кругової кривої, цілком забезпечуються міцність і надійність несучих елементів конструкцій верхньої будови колії й комфортабельність їзди при перехідних кривих у вигляді радіоїдальної спіралі.



У дисертації встановлені аналітичні залежності для розрахунку довжини перехідної кривої, (таблиця). Коефіцієнти  $\alpha$  і  $\beta$  показують відношення відповідно середньозваженої і мінімальної швидкості до максимально встановленої.

Таблиця – Розрахункові формули для визначення довжини перехідної кривої

Рухомий склад	Швидкість	Розрахункова формула
Пасажирські поїзди		(13)
Поїздопоток		(14)
Вантажні поїзди		(15)

Аналіз виконаних розрахунків (13-15) показав, що довжина перехідної кривої не завжди визначається умовами пасажирського руху поїздів із максимально допустимими швидкостями і недостатньою є рекомендація щодо відводу підвищення зовнішньої рейки, який не повинен бути більшим за 1‰.

*Довжина прямої вставки між сполученими кривими.* За основний критерій обмеження швидкості на кривих ділянках колії прийняті горизонтальні прискорення. З використанням моделі додатково був досліджений процес загасання бічних коливань кузова вагона і їхніх кутових прискорень. На рис. 3 наведені графіки затухання коливань пасажирського вагона при виході з кривої радіусом 1400 м, побудовані за результатами експериментальних поїздок.

Проведене дослідження показало, що мінімально необхідна довжина прямої вставки залежить від рівня прискорень на перехідній кривій. За наявності перехідної кривої достатньої довжини (інакше уже не пряма вставка, а сама крива буде обмежувати швидкість) основним, визначальним фактором є швидкість руху, і тоді довжина прямої вставки між кінцями суміжних кругових може визначатись за формулою  $L = \frac{v^2}{g \cdot \alpha}$ . Установлено, що при швидкісному русі більшу частку при визначенні займає не довжина прямої вставки між точками перехідних кривих, а довжина перехідних кривих, упродовж яких здійснюється відвод підвищення зовнішньої рейки.

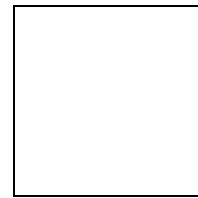
– швидкість руху,  $L$  – довжина ділянки, упродовж якої відбувається затухання коливань вагона при виході з кривої до рівня, що наявне на прямій

### Рисунок 3 – Графіки затухання коливань вагона

*Норми утримання кривих.* При дослідженні цього питання на кривій були виділені чотири характерних ділянки, що розрізнялись кривизною, різницею стріл вигину й підвищенням зовнішньої рейки. На кожній ділянці визначені непогашені прискорення: умовно статичні, які не враховували нерівності, що були наявні в плані й профілі і динамічні – отримані в експерименті. Установлено, що із збільшенням швидкості руху різниця між непогашеними прискореннями ( $\Delta a$ ) росте за лінійним законом.  $\Delta a$  не перевищує 5 %, якщо різниця стріл вигину кривої не більше 2 мм, що впливає з рис. 4. З нерівностей, що мають місце в плані і профілі, більш суттєвими є планові, питома вага яких становить близько 80 % від загального значення непогашених прискорень при швидкості руху 160 км/год.

Проведений експеримент підтвердив теоретично встановлені вимоги до утримання кривих на ділянках швидкісного руху і необхідність урахування повних прискорень

Рисунок 4 – Зростання у залежності від різниці стріл вигину в кривій при різних швидкостях руху



що діють на пасажира і визивають стомлювальність.

Для прикладу, на рис. 5 наведений графік дії на пасажира прискорень в кривій радіусом 1400 м при швидкості 160 км/год.

При русі по прямій ділянці колії (до відмітки “0” і після “300” на поздовжній осі) переважали вертикальні прискорення з чергуванням напрямку дії угору-вниз і частотою коливань приблизно 3,7 Гц (близьких до резонансних для пасажира як механічної системи). При русі по кривій характер дії повного прискорення змінювався. Переважним ставало горизонтальне прискорення, спрямоване назовні кривої, і частота коливань зменшувалася більше, ніж у 2 рази в порівнянні з прямою ділянкою колії (приблизно 1,5 Гц). Зміна напрямку дії прискорень визиває у пасажира дискомфорт і наближає час утоми.

**П’ятий розділ.** Присвячено розробці методів перебудови плану лінії для підвищення швидкостей руху поїздів.

Дане питання виявилось мало вивченим, що пояснюється відсутністю гострої потреби в перебудові кривих при звичайних швидкостях руху. Така необхідність з’явилась при організації швидкісного руху. Так, для підвищення швидкості руху поїздів на напрямку Київ-

Рисунок 5 – Напрямок дії прискорення на пасажира при русі в кривій зі швидкістю 160 км/год

Дніпропетровськ було уположено понад 20 кривих.

*Перебудова перехідних кривих.* У дисертації детально проаналізовані існуючі способи подовження перехідних кривих і показано, що всі вони потребують зміщення осі колії кругової кривої і уширення існуючого земляного полотна.

Автором проведено дослідження можливості замість існуючої короткої перехідної кривої використання перехідної кривої необхідної довжини виду . Одним із позитивних моментів таких перехідних кривих є те, що при їхньому улаштуванні не виникає потреби в зміщенні вісі кругової кривої.

Були теоретично досліджені динамічні процеси взаємодії рухомого складу й колії при проходженні таких перехідних кривих. Відмічено, що цьому процесу притаманні виляючий рух і бокова качка. Для ілюстрації на рис. 6 показана залежність динамічних горизонтальних

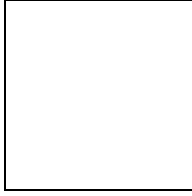
прискорень кузова вагона від величини забігу  (-30...30) метрів відносно початку існуючої перехідної кривої при рухові по перехідній кривій виду у порівнянні з радіоїдальною спіраллю: існуючою - довжиною 60 м і проектною – 90 м.

Рисунок 6 – Залежність динамічних горизонтальних прискорень кузова вагона від величини забігу при рухові по перехідній кривій виду у порівнянні з радіоїдальною спіраллю

Слід зазначити, що розглядались прискорення не на буксі, де вони менші, а в кузові, тобто ті, які діють на пасажера. Аналіз графіків на рис. 6 показав, що при від'ємних забігах горизонтальні прискорення кузова на вході в перехідну криву різко збільшуються і досягають 1...1,5 м/с<sup>2</sup>. Після стабілізації процесу входження екіпажу в криву (0...25 м) при додатних забігах динамічні процеси не гірші, ніж при рухові вагона по радіоїдальній спіралі.

На основі аналізу геометричних (статичних) і динамічних показників встановлено, що із сімейства кривих виду можна підібрати такі, які практично забезпечують вимоги, пропонувані до перехідних кривих, зберігши при цьому, що дуже важливо, незмінним положення кругової кривої.

*Перебудова кругових кривих.* Для визначення зміщення вісі колії (нормалів) і обсягів робіт при збільшенні радіусів кривих розроблені алгоритм і програма розрахунків. При цьому був удосконалений метод визначення вартості перебудови кривих на основі ймовірного моделювання коливань обсягів робіт і вартісних ставок, що реально завжди були наявні, але не

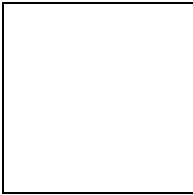
враховувались. Як приклад, на рис. 7 наведені заключні результати розрахунків визначення вартості перебудови кривої.

Аналіз отриманих даних дозволяє зробити такі висновки: з ймовірністю 80 % будівельна вартість не перевищить 7,0 млн. грн.; математичне очікування вартості становить 5,0 млн. грн.; з рівнем довіри 0,6 будівельна вартість буде знаходитися в межах 3,5-7,0 млн. грн.

Запропонований метод надає можливість уникнути помилок, пов'язаних із неточним прогнозом.

**Шостий розділ** присвячено розробці технічних вимог і норм проектування реконструкції поздовжнього профілю.

Запропонована в дисертації методика базується на застосуванні тягово-експлуатаційної моделі, в якій використовуються такі критерії як повні прискорення і показник комфорту

пасажира  (рекомендований ОСЗ).

При такому підході враховуються

Рисунок 7 – Кумулятивна крива будівельної складові повних прискорень: поздовжні вартості прискорення, що виникають при русі пасажирських поїздів по переломах профілю і зв'язані з процесами гальмування і розгону; поперечні, що виникають при русі по кривим у плані і вертикальні – при русі по кривих у вертикальній площині (рис. 8). Визначені заходи

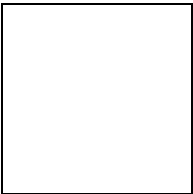
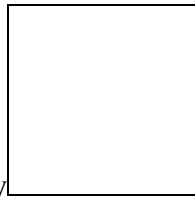
 дозволяють віддалити час стомлюваності пасажирів і покращити комфортабельність їзди з мінімально необхідними чи обмеженими на реконструкцію витратами



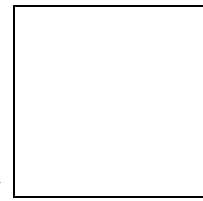
Рисунок 8 – Графіки зміни повних прискорень (2), показника комфорту пасажирів (3) на ділянці поздовжнього профілю (4) відповідно до кривої швидкості руху (1)

Для дослідження руху пасажирських поїздів на переломах поздовжнього профілю

дисертантом були виконані розрахунки найбільших поздовжніх сил і прискорень для ямо- і горбоподібного профілю запроєктованого елементами 200, 100 і 50 метрів при постійному



значенні вертикального радіусу за програмою, розробленою в ДПТі під керівництвом професора Є. П. Блохіна. Отримані результати зіставлені з фактичними даними після обстеження таких ділянок профілю. Установлено, по-перше, що в процесі поточного утримання колії під впливом поїздів відбувається згладжування місць переломів поздовжнього



профілю, які приймають криволінійний обрис, по-друге, при постійному менші поздовжні сили й прискорення виникають, коли профіль запроєктований короткими елементами (рис. 9), що має особливе значення при збільшенні кількості вагонів у поїзді – з наближенням до хвоста поїзда спостерігається зростання різниці прискорень.

Рисунок 9 – Різниця прискорень по довжині поїзда для різних варіантів проектування профілю

У цьому розділі виконано теоретичні дослідження і розроблений метод оптимальної перебудови залізниці для впровадження швидкісного руху поїздів.

Із-за обмеження фінансових і матеріально-технічних ресурсів виникає задача вибору оптимальної послідовності реконструкції лінії. Розв'язання такої задачі є складним, тому що необхідно розглядати взаємозалежні ділянки (об'єкти). Для таких ділянок характерним є те, що скорочення часу руху поїзда, отримане на кожному об'єкті після усунення обмеження швидкості руху, не дорівнює виграшу в часі, якщо зняти всі обмеження швидкості. Тобто критерій не є адитивним, і отримати достовірні дані можна тільки після виконання тягових розрахунків при різних комбінаціях зняття обмежень швидкостей (ліквідації бар'єрних місць), що неможливо здійснити прямим перебором варіантів.

Представимо ділянку залізниці як набір об'єктів. Нехай – безліч об'єктів. Тоді задача зводиться до визначення такої підмножини, щоб реконструкція обраних об'єктів забезпечувала скорочення часу не менше заданого, а її вартість при цьому була мінімальна.

Потрібно знайти так, щоб

де – скорочення часу руху за рахунок реконструкції набору об'єктів ;  
 – вартість реконструкції набору об'єктів , , а – вартість реконструкції об'єкта для переходу від швидкості (існуючий стан об'єкта) до швидкості .

Якщо прийняти критерій  адитивним, тобто , то розв'язком буде множина .

Далі формується множина , що містить і елементи множини , упорядковані за зростанням відношення :

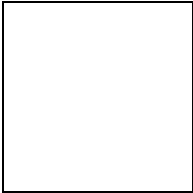
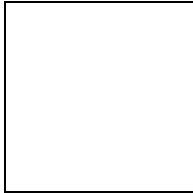
Множник керує, на якому об'єкті множини необхідно зупинитися при формуванні підмножини , і визначається з нерівності .

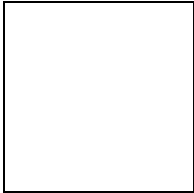
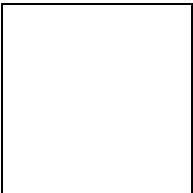
Так як насправді функція не є адитивною, то для вирішення цього питання вводиться функція напівадитивна знизу і – напівадитивна зверху:

Щоб мати можливість підібрати оптимальне співвідношення між скороченням часу руху і необхідними для цього заходами, треба одержати розв'язок для всіх можливих . Тоді вирішується задача з функцією для й уточнюється тяговими розрахунками. Результатом є

множина , елемент якої складається з набору об'єктів ( ), поки , де - останній елемент підмножини ( ), скорочення часу і їхньої вартості , причому елементи множини

упорядковані за і .

Формується множина , аналогічно множині  в попередньому випадку, але з використанням функції , причому , поки , де - елемент множини , що йде за останнім елементом у підмножині .

Формується множина і упорядковується за величиною . З множини  виключаються -ті елементи, які не задовольняють умову . Сформована множина є кінцевим результатом.

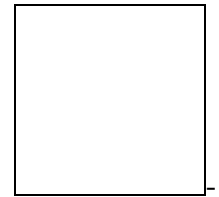
Застосуємо викладений алгоритм для рішення задачі підвищення швидкості руху на ділянці Ніжин–Носівка Південно-Західної залізниці. На рис. 10 показане зіставлення залежності вартості реконструкції від скорочення часу руху, отримане суцільним перебором варіантів і за розглянутим алгоритмом.

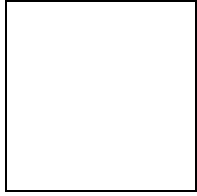
Рисунок 10 – Залежність вартості реконструкції від скорочення часу руху, отримане суцільним перебором варіантів і за розглянутим алгоритмом

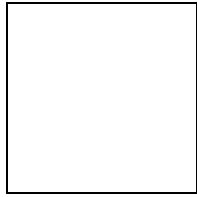
У ряді випадків немає необхідності встановлювати на кожному об'єкті максимально допустиму швидкість. По-перше, реалізація максимальної швидкості на даному об'єкті може виявитися неможливою через наявність інших обмежень; по-друге, якщо є можливість поетапної реконструкції об'єкта, тобто її вартість є функцією від рівня швидкості, то виникає задача визначення оптимального рівня швидкості для кожного об'єкта.

При такому підході задача (16) ускладнюється. Потрібно визначити не тільки набір об'єктів, що підлягають реконструкції, але й відповідні рівні швидкості в залежності від вартості реконструкції.

Задача розв'язується з використанням симплекс-методу. Формується



мірний простір, де  - кількість об'єктів. Вимір  $i$ -й вказує на рівень швидкості для  $i$ -го об'єкта, що може змінюватися від до . Таким чином, положення точки в просторі визначає

рівень швидкості об'єктів множини , і для цієї точки можна визначити значення функції . Результатом є набір об'єктів, що підлягають реконструкції, і відповідні рівні швидкості, причому така реконструкція забезпечує необхідне скорочення часу руху з мінімальною вартістю.

У дисертації розглянуто приклади оптимізації перебудови конкретних ділянок Південно-Західної й Львівської залізниці. Результати показують, що не завжди треба реконструювати об'єкти під максимальну встановлену швидкість. Отримана при оптимізації раціональна швидкість руху дозволяє забезпечити таке ж скорочення часу при менших на 15-20 % витратах.

## ВИСНОВКИ

В дисертаційній роботі отримано нове рішення актуальної проблеми: розроблені наукові основи перебудови існуючих залізниць України для впровадження швидкісного руху поїздів, що досягнуто створенням нормативної бази для реконструкції плану і поздовжнього профілю залізниць з метою забезпечення максимального рівня швидкості, визначенням критеріїв оптимізації для скорочення часу доставки вантажів і пасажирів при суміщеному русі пасажирських та вантажних поїздів, розробкою методики перебудови кривих ділянок колії і удосконаленням теорії вибору стратегії перебудови залізниці відповідно критерію оптимізації на основі впровадження системного підходу. Основні наукові результати і висновки дисертації такі:

1. Незважаючи на більш складні умови роботи залізниць України залізничний транспорт може інтегрувати у європейську транспортну мережу за умови проведення модернізації колії, штучних споруд та інших пристроїв, що входять до інфраструктури залізниці, впровадження нового рухомого складу, що забезпечить перевезення пасажирів денними поїздами (тривалість



поїздки 5-6 год) з необхідним комфортом і максимальною встановленою швидкістю, а також при перебудові окремих ділянок плану й профілю відповідно до розробленої в дисертації нормативної бази для виконання європейських вимог, насамперед щодо максимальної швидкості руху.

2. На основі складеної дисертантом бази даних за основними напрямками транспортних коридорів України, запропонованого “показника швидкісного руху” і моделі його розрахунку, стало можливим науково обґрунтовувати етапність і напрямки введення швидкісного руху та процент реалізації максимальної швидкості. Установлено, що впровадження швидкості руху 160 км/год можливо на існуючих залізницях в умовах суміщеного руху пасажирських і вантажних поїздів при вантажонапруженості залізниці до 15-20 млн. ткм/км, при швидкості 200 км/год реалізувати це завдання практично неможливо без переключення вантажного руху на спеціалізовані розвантажуючі лінії.

3. Максимальні швидкості руху пасажирських поїздів можна забезпечити практично на пасажирських ходах, підготовлених для руху поїздів із високими швидкостями. Виходячи з потужностей пасажирських локомотивів, швидкість 160 км/год можна реалізувати на уклоних, крутизна яких не перевищує 5 ‰ – для ЧС7, 7 ‰ – для ЧС8 і 10 ‰ – для 2ДС3. При максимальній швидкості 160 км/год і масі пасажирського поїзда 800-1000 т стрілочні переводи повинні забезпечувати швидкість руху по станціях (на прямому напрямку) не менше 120 км/год, при максимальній швидкості 200 км/год і масі поїздів до 600-700 т – не менше 140 км/год.

4. За існуючими у даний час нормативами до швидкісних належать залізниці, по яким рухаються поїзди зі швидкістю понад 160 км/год. У сучасних умовах такий критерій є недостатнім, оскільки кінцевий результат перевезень визначається не максимальною, а маршрутною швидкістю. Показано, що при підвищенні маршрутної швидкості до 95-110 км/год можна реалізувати поїздки швидкісними поїздами денного сполучення від Києва до Харкова, Одеси, Львова, Дніпропетровська, а також від Харкова до Сімферополя. Економічна ефективності перевезень пасажирів такими поїздами досягається в тому випадку, коли збільшення маршрутних швидкостей приводить до вивільнення рухомого складу за рахунок скорочення обігу локомотивів і вагонів (для вказаних умов достатньо одного десятивагонного рухомого складу замість сорока вагонів інвентарного парку за існуючою схемою). Економія пасажиро-годин досягається у сфері транспортного обслуговування і має в основному соціальний ефект.

5. Застосування безстикової колії з рейками типу Р65 вищої категорії на залізобетонних шпалах із щебеним баластом і пружними скріпленнями типу КПП, розробленими в Україні,

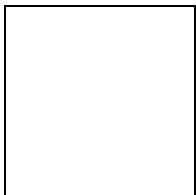
цілком задовольняє можливості реалізації швидкісного руху на колії, що утримується у межах встановлених допусків. Напруження в елементах колії, які виникають від нового локомотива ДСЗ в середньому на 3-5 % менші, ніж від існуючих електровозів ЧС8 і ЧС7 і не перевищують допустимих значень.

6. Недостовірність інформації, а також наявність відступів в утриманні кривих ділянок істотно (до 30%) позначається на результатах розрахунків при визначенні допустимих швидкостей руху. При швидкості руху більше 160 км/год допустиме значення різниці суміжних стріл граничить із технічно можливою точністю утримання кривої (за технологією вимірів і рихтування). У цих випадках норма на утримання кривих повинна встановлюватися, виходячи з точності діючої методики виміру, а допустима швидкість руху визначатися з урахуванням можливих відступів від проектного положення кривої.

7. Запропонована методика, яка увійшла до Правил визначення підвищення зовнішньої рейки і встановлення допустимих швидкостей в кривих ділянках колії (ЦП/0056), дозволяє визначати допустимі швидкості руху по сполученнях кривих. При цьому змінена класифікація видів сполучень кривих, що зробило її менш громіздкою і більш зрозумілою: кількість формул скорочена до семи, а відповідних їм графіків – до чотирьох. Скасовано для ряду варіантів необґрунтоване використання приведенного радіуса, в той же час додатково враховується різниця в кривизні кривих, що сполучаються.

8. Розроблена ймовірнісна модель поїздопотоку дозволяє враховувати плановане підвищення швидкостей руху поїздів і на цій основі прогнозувати параметри кривих. При перебудові кривих із малими кутами повороту – до 15-20° і робочими відмітками земляного полотна до 4-6 метрів слід приймати мінімально рекомендуємі радіуси, що забезпечують оптимальну роботу колії при суміщеному вантажному і пасажирському русі, в інших випадках – у складних умовах траси при вантажонапруженості до 15-20 млн. ткм/км за рік, можна рекомендувати мінімально допустимі радіуси.

9. На основі аналізу геометричних (статичних) і динамічних показників встановлено, що на складних ділянках плану лінії можна застосовувати перехідні криві у вигляді параболи



-го степеня, які практично забезпечують вимоги, запропоновані до перехідних кривих, зберігши при цьому, що дуже важливо, незмінним положення осі колії у межах кругової кривої.

Запропоновані розрахункові формули дають можливість встановлювати довжину перехідних кривих і прямих вставок між сполученими кривими диференційовано в залежності від рівня максимальної швидкості, а застосування розробленої методики дозволяє з заданою ймовірністю визначати потрібні капіталовкладення для перебудови кривих ділянок колії і уникнути помилок, пов'язаних із неточним прогнозом.

10. Використання розробленої в дисертації тягово-експлуатаційної моделі для комплексного проектування реконструкції плану й поздовжнього профілю з застосуванням таких критеріїв як повні прискорення (горизонтальні, вертикальні і поздовжні), що діють на пасажирів, і коефіцієнта комфорту пасажирів дозволяють визначати заходи, впровадження яких зменшує прискорення, віддаляє час стомлюваності пасажирів і покращує комфортабельність їзди.

11. Застосування методів векторної оптимізації і запропонованого автором нового класу функцій надає можливість знаходити раціональну швидкість руху на кожному об'єкті чи ділянці за неадитивним критерієм. Розроблена математична модель вибору стратегії оптимальної реконструкції залізниці забезпечує розрахункове скорочення часу при менших на 15-20 % витратах відносно варіанту, коли максимальний рівень швидкості не визначається, а задається.

12. Нові методи, положення і результати наукових досліджень використані на Одеській, Південно-Західній, Придніпровській і Львівській залізницях при розробці заходів щодо впровадження швидкісного руху пасажирських поїздів відповідно до плану Укрзалізниці, а також при виконанні завдань V Комісії ОСЗ, Міністерства транспорту України й Укрзалізниці і увійшли в чотири нормативні документи.

#### СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Яковлев Б. В., Корженевич И. П., Курган Н. Б. К вопросу об учете неточности исходной информации при сравнении вариантов // Совершенствование методов обоснования надежности при проектировании железных дорог: Межвуз. сб. – М.: МИИТ, 1981. – Вып. 688. – С. 33-45.

2. Яковлев Б. В., Яценко Д. К., Курган Н. Б. Определение величины минимального радиуса кривых при проектировании двухпутных грузовых магистралей в сложных топографических условиях // Проектирование и усиление железных дорог Урала: Межвуз. темат. сб. науч. тр. – Свердловск: УЭМИИТ, 1984. – Вып. 73. – С. 37- 46.

3. Курган Н. Б., Корженевич И. П. Выбор способа увеличения прямой вставки между смежными кривыми // Ресурсосберегающие технологии бетонов в транспортном и

гидротехническом строительстве: Межвуз. сб. науч. тр. –Днепропетровск, 1995. – Вып.1. – С. 77-80.

4. Кирпа Г. Н., Корженевич И. П., Курган Н. Б. Исследование эффективности повышения скорости движения пассажирских поездов на участках Львовской железной дороги // Проектування, виробництво та експлуатація автотранспортних засобів і поїздів: Пр. Зах. наук. центру. – Львів: Мета, 1995. – Т. 1. – С. 108-114.

5. Корженевич И. П., Курган Д. Н., Курган Н. Б. Автоматизация расчетов по определению допустимых скоростей движения поездов в кривых участках пути // Ресурсосберегающие технологии бетонов в транспортном и гидротехническом строительстве: Межвуз. сб. науч. тр. – Днепропетровск, 1996. – Вып. 2. – С. 80-84.

6. Кирпа Г. Н., Корженевич И. П., Курган Н. Б. Определение геометрических характеристик плана для различных уровней максимальных скоростей // Проектування, виробництво та експлуатація автотранспортних засобів і поїздів: Пр. Зах. наук. центру. – Львів: Мета, 1996. – Т. 3. – С. 57- 59.

7. Курган Н. Б. Дополнительные требования к сопряжению круговых кривых с прямыми участками пути // Проектування, виробництво та експлуатація автотранспортних засобів і поїздів: Пр. Зах. наук. центру. – Львів: Мета, 1997. – С. 86-87.

8. Курган Н.Б. Проблемы внедрения скоростного движения пассажирских поездов на железных дорогах Украины // Ресурсосберегающие технологии в транспортном и гидротехническом строительстве: Межвуз. сб. науч. тр. – Днепропетровск: Арт-Пресс, 1997. – Вып 3. – С. 126-129.

9. Курган Н. Б. Выбор мероприятий, обеспечивающих повышение скорости при ограниченных капитальных вложениях // Ресурсосберегающие технологии в транспортном и гидротехническом строительстве: Межв. сб. науч. тр. –Днепропетровск: Арт-Прес, 1997. – Вып. 4. – С. 151-153.

10. Курган Н. Б., Курган Д. Н. К вопросу определения допустимых скоростей движения поездов в кривых участках пути // Исследование взаимодействия пути и подвижного состава: Межвуз. сб. науч. тр. – Днепропетровск, 1997. – С. 123-133.

11. Кирпа Г. Н., Корженевич И. П., Курган Н. Б. Усиление существующих направлений для повышения скорости движения поездов (на примере Львовской железной дороги) // Проектування, виробництво та експлуатація автотранспортних засобів і поїздів: Пр. Зах. наук. центру. – Львів: Мета, 1998. – С. 64-67.

12. Определение сферы эффективности контрейлерных перевозок / Ю. В. Демин, Г. Н. Кирпа, И. П. Корженевич, Н. Б. Курган // *Залізничний транспорт України*. – 1999. – №1. – С. 32-36.

13. Курган Н. Б., Курган Д. Н., Рыбачок П. И. Определение минимального радиуса кривых в плане для достижения проектных скоростей // *Залізничний транспорт України*. – 1999. – №2. – С.2-4.

14. Курган Н. Б. Повышение скорости на участке Киев–Львов международного транспортного коридора // *Залізничний транспорт України*. – 1999. – №3. – С. 2-5.

15. Курган Н. Б., Курган Д. Н. О нормах содержания кривых на участках скоростного движения // *Залізничний транспорт України*. – 1999. – №4. – С. 7-9.

16. Кирпа Г. Н., Корженевич И. П., Курган Н. Б. Повышение скоростей движения поездов на магистрали Львов – Мостиска-II – Государственная граница // *Проектування, виробництво та експлуатація автотранспортних засобів і поїздів: Пр. Зах. наук. центру*. – Львів: Логос, 2000. – №7. – С. 76-78.

17. Кирпа Г. Н., Корженевич И. П., Курган Н. Б. Динаміка транспортних сполучень та діяльність залізничного транспорту України за період 1991-2000 рр. // *Проектування, виробництво та експлуатація автотранспортних засобів і поїздів: Пр. Зах. наук. центру*. – Львів: Логос, 2001. – №8. – С. 67-70.

18. Определение параметров плана линии при организации скоростного сообщения Западная Европа-Львов / Е. П. Блохин, Г. Н. Кирпа, И. П. Корженевич, Н. Б. Курган Н. Б. // *Транспорт: Зб. наук. праць ДШТУ*. – Дніпропетровськ: Арт-Прес, 2000. – Вип.6. – С. 21-28.

19. Корженевич И. П., Курган М. Б., Савченко В. В. Деякі економічні аспекти впровадження швидкісного руху на залізницях України // *Транспорт: Зб. наук. пр. ДШТУ*. – Дніпропетровськ, 2001. – Вип.8. – С. 74-82.

20. Піх Б. П., Корженевич И. П., Курган М. Б. Визначення допустимої швидкості руху у перехідних кривих при розбіжності відводів підвищення зовнішньої рейки й кривизни // *Проектування, виробництво та експлуатація автотранспортних засобів, поїздів та нафтогазопроводів: Пр. Зах. наук. центру*. – Львів:Логос, 2002. – №9. – С. 162-164.

21. Вирішення задачі оптимальної перебудови дільниці для організації швидкісного руху поїздів / А. А. Босов, И. П. Корженевич, М. Б. Курган, Д. М. Курган // *Транспорт: Зб. наук. праць ДШТУ*. – Дніпропетровськ, 2002. – Вип.12. – С. 43-49.

22. Оценка достоверности основных параметров железнодорожных кривых при установлении по ним допускаемой скорости движения поездов / И. П. Корженевич,

Н. Б. Курган, Д. Н. Курган, Н. Г. Ренгач // Будівництво: Зб. наук. пр. ДШТУ. – Дніпропетровськ, 2002. – Вип.10. – С. 28-34.

23. Назначение этапности мероприятий в путевом хозяйстве по повышению скоростей движения поездов / А. А. Босов, В. В. Рыбкин, Н. Б. Курган, В. И. Харлан // Наука и транспорт: Вест. Белорус. гос. ун-та трансп. – Гомель: БелГУТ, 2002. – №2(5). – С. 32-38.

24. Піх Б. П., Корженевич І. П., Курган М. Б. Визначення мінімальної довжини прямих вставок між суміжними кривими для підвищення швидкості руху поїздів // Проектування, виробництво та експлуатація автотранспортних засобів і поїздів: Пр. Зах. наук. центру. – Львів: Логос, 2003. – №10. – С. 191-196.

25. Курган М. Б. Розробка метода оптимальної перебудови ділянки залізниці для організації швидкісного руху поїздів // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ: ДНУЗТ, 2003. – Вип. 1. – С. 66-73.

26. Курган М. Б. Критерии определения допускаемой скорости движения в кривых // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ: ДНУЗТ, 2003. – Вип. 2. – С. 127-132.

27. Пшінько О. М., Корженевич І. П., Курган М. Б. Нові підходи до перебудови кривих ділянок колії для впровадження швидкісного руху поїздів // Экономика, менеджмент, маркетинг. Управление проектами, организация: Сб. науч. тр. – Днепропетровск: Наука и образование, 2003. – Вип. 3. – С. 62-71.

#### ДОДАТКОВІ ПРАЦІ

28. Корженевич І. П., Курган Н. Б. Исследование надежности принимаемых проектных решений при проектировании вторых путей // Вопросы технико-экономической эффективности и надежности в проектировании железных дорог: Межвуз. сб. – М.: МИИТ, 1980. – Вып. 668. – С. 82-89.

29. Курган Н. Б., Корженевич І. П., Ренгач Н. Г. Ограничение скоростей движения поездов при недостаточных длинах прямых вставок между смежными кривыми // Ресурсосберегающие технологии бетонов в транспортном и гидротехническом строительстве: Межвуз. сб. науч. тр. – Днепропетровск, 1996. – Вып. 2. – С. 71-72.

30. Кирпа Г. Н., Корженевич І. П., Курган Н. Б. Обеспечение максимального сокращения времени хода пассажирских поездов при заданных капитальных вложениях на модернизацию железнодорожной линии // Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdow samochodowych i maszyn roboczych samojedznych. Materialy 7 konf.

miedzynarodowej. – Rzeszow: Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Lukasiewicza, 1996. – S.101-106.

31. Даниленко Э. И., Пшинько А. Н., Курган Н. Б. Задачи и проблемы в области пути и путевых конструкций в связи с внедрением скоростного движения на международных линиях, проходящих через Украину // 8 medzinarodna konferencia Vysokorychlostne trate: Zbornik. – Zilina-Velka, 1997. – S. 41-46.

32. Определение допускаемых скоростей движения поездов в кривых участках пути при несовпадении отводов кривизны и возвышения наружного рельса / Ю. В. Демин, Г. Н. Кирпа, И. П. Корженевич, Н. Б. Курган // Проектування, виробництво та експлуатація автотранспортних засобів і поїздів: Пр. Зах. наук. центру. – Львів: Мета, 1997. – С. 90-92.

33. Исследование причин ограничения скоростей движения поездов на направлении Львов-Чоп / Демин Ю. В., Кирпа Г. Н., Корженевич И. П., Курган Н. Б. // Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdow samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych. Materialy 8 konf. miedzynarodowej. – Rzeszow: Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Lukasiewicza, 1997. – S. 35-40.

34. Кирпа Г. Н., Курган Н. Б. Влияние на комфортабельность и скорость движения поездов несовпадения отводов возвышения и кривизны // Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdow samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych. Materialy 8 konf. miedzynarodowej. – Rzeszow: Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Lukasiewicza, 1997. – S. 147-154.

35. Кирпа Г. Н., Корженевич И. П., Курган Н. Б. Анализ состояния пути в кривых на участке транспортного коридора Львов-Чоп // Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdow samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych. Materialy 9 konf. miedzynarodowej. – Rzeszow: Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Lukasiewicza, 1998. – S. 143-152.

36. Кирпа Г. Н., Корженевич И. П., Курган Н. Б. Исследование условий, обеспечивающих организацию скоростного движения по транспортным коридорам в пределах Львовской железной дороги // Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdow samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych. Materialy 9 konf. miedzynarodowej. – Rzeszow: Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Lukasiewicza, 1998. – S. 153-162.

37. Даниленко Э. И., Курган Н. Б., Курган Д. Н. Технические требования и нормы содержания кривых на скоростных железнодорожных линиях // Труды Междунар. науч.-практ. конф. “Проблемы взаимодействия пути и подвижного состава”. – Днепропетровск, 1998. – С. 50-51.

38. Правила визначення підвищення зовнішньої рейки і встановлення допустимих швидкостей в кривих / А. М. Орловський, О. М. Патласов, В. В. Циганенко, Л. Я. Воробейчик, В. І. Климов, М. Б. Курган: ЦП/0056: Затв. наказом Укрзалізниці від 27.04.99 №124-Ц. – Дніпропетровськ: Арт-Прес, 1999. – 44 с.

39. О методах переустройства переходных кривых на участках скоростного движения / Г. Н. Кирпа, И. П. Корженевич, Н. Б. Курган, Д. Н. Курган // *Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdow samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych. Materialy 10 konf. miedzynarodowej.* – Rzeszow: Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Lukasiewicza, 1999. – S. 67-72.

40. Проектирование продольного профиля на участках скоростного движения / Г. Н. Кирпа, И. П. Корженевич, Н. Б. Курган, Д. Н. Курган // *Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdow samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych. Materialy 10 konf. miedzynarodowej.* – Rzeszow: Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Lukasiewicza, 1999. – S. 73-78.

41. Кирпа Г. Н., Корженевич И. П., Курган Н. Б. Создание скоростной магистрали Львов–Мостиска-II–Государственная граница // *Проектування, виробництво та експлуатація автотранспортних засобів і поїздів: Праці Зах. наук. центру.* – Львів, 2000. – №7. – С.72-75.

42. Кирпа Г. Н., Корженевич И. П., Курган Н. Б. Условия повышения скорости движения поездов на участке транспортного коридора Киев–Львов // *Проектування, виробництво та експлуатація автотранспортних засобів і поїздів: Пр. Зах. наук. центру.* – Львів: Логос, 2001. – №8. – С.71-73.

43. Піх Б. П., Корженевич І. П., Курган М. Б. Історія утворення транспортних коридорів і їхні параметри у межах Львівської залізниці // *Проектування, виробництво та експлуатація автотранспортних засобів і поїздів: Пр. Зах. наук. центру.* – Львів: Логос, 2001. – №8. – С.140-143.

44. Піх Б. П., Корженевич І. П., Курган М. Б. Модернізація дільниць транспортних коридорів у межах Львівської залізниці // *Проектування, виробництво та експлуатація автотранспортних засобів, поїздів та нафтопроводів: Пр. Зах. наук. центру.* – Львів: Логос, 2001. – №8. – С. 144-146.

45. Кірпа Г. М., Корженевич І. П., Курган М. Б. Дослідження умов підвищення швидкостей руху поїздів на існуючих дільницях в залежності від параметрів траси // *Проектування, виробництво та експлуатація автотранспортних засобів, поїздів та нафтопроводів: Пр. Зах. наук. центру.* – Львів: Логос, 2002. – №9. – С. 63-67.



46. Оціночні показники для порівняння роботи залізниць / Г. М. Кірпа, Б. П. Піх, І. П. Корженевич, М. Б. Курган // Транспорт: Зб. наук. праць ДДТУЗТ – Дніпропетровськ, 2002. – Вип.12. – С. 90-98.

47. Кірпа Г.М., Корженевич І.П., Курган М.Б. Тенденції в організації швидкісного руху на залізницях України // *Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdow samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych. Materialy 13 konf. miedzynarodowej.* – Rzeszow: Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Lukasiewicza, 2002. – S. 135-146.

48. Піх Б. П., Корженевич І. П., Курган М. Б. Історичні передумови підвищення швидкості руху на українських залізницях // *Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdow samochodowych i maszyn roboczych samojezdnych. Materialy 13 konf. miedzynarodowej.* – Rzeszow: Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Lukasiewicza, 2002. – S. 229-238.

49. Обґрунтування параметрів плану лінії для ліквідації бар'єрних місць при реконструкції залізниці / В. В. Рибкін, М. Б. Курган, Н. В. Халіпова, В. І. Харлан // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ: ДНУЗТ, 2003. – Вип. 1. – С. 74-83.

50. Рационалізація перебудови кривих в плані при підвищенні швидкостей руху поїздів / В. В. Рибкін, М. Б. Курган, Д. М. Курган, В. І. Харлан // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ: Вид-во ДНУЗТ, 2003. – Вип. 2. – С. 120-126.

51. Корженевич И. П., Курган Н. Б., Курган Д. Н. Определение плавности и комфортабельности езды в кривых на участках скоростного движения // *Материалы науч.-техн. конф., посвященной 125-летию Свердловской железной дороги “Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта: Сб. науч. тр.* – Екатеринбург: УрГУПС. – 2003. – Т.1 – С. 431- 439.

#### АНОТАЦІЯ

Курган М.Б. Наукові основи перебудови існуючих залізниць України для впровадження швидкісного руху поїздів. – Рукопис.

Дисертація на здобуття вченого ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.06 – залізнична колія, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Дніпропетровськ, 2004.

Дисертація присвячена розробці науково-методичних основ і практичних рекомендацій для впровадження швидкісного руху поїздів.

Дослідження виконуються з використанням системного підходу, ураховують передумови впровадження швидкісного руху на міжнародних транспортних коридорах у межах України.

На основі імовірнісної моделі потоку поїздів, проведених експериментів і теоретичних досліджень розроблена нормативна база для реконструкції плану і поздовжнього профілю швидкісних залізниць. Запропонована комплексна методика дозволяє із заданою ймовірністю розраховувати потрібні капітальні вкладення для перебудови кривих ділянок колії, визначати заходи, впровадження яких зменшує прискорення, що діють на пасажирів, віддаляє час їхньої стомлюваності й покращує комфортабельність їзди.

Розроблена математична модель вибору стратегії оптимальної реконструкції залізниці. Застосування методу векторної оптимізації і полуадитивних функцій надає можливість знаходити раціональну швидкість руху на кожному об'єкті чи ділянці за неадитивним критерієм.

Отримані теоретичні й практичні результати використані при виконанні науково-дослідних робіт за завданням V Комісії ОСЗ, Міністерства транспорту України, Укрзалізниці, під час розробки чотирьох нормативних документів.

**Ключові слова:** МІЖНАРОДНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ КОРИДОР, ШВИДКІСНИЙ РУХ, РЕКОНСТРУКЦІЯ, ПЛАН ЛІНІЇ, ПОЗДОВЖНИЙ ПРОФІЛЬ, НОРМИ ПРОЕКТУВАННЯ, МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ, ОПТИМІЗАЦІЯ.

## АННОТАЦІЯ

Курган Н.Б. Научные основы переустройства существующих железных дорог Украины для введения скоростного движения поездов. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.22.06 – железнодорожный путь, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Днепропетровск, 2004.

Диссертация посвящена разработке научно-методических основ и практических рекомендаций по переустройству существующих железных дорог для введения скоростного движения поездов.

Исследования выполнены с использованием системного подхода, учитывают предпосылки введения скоростного движения поездов на международных транспортных коридорах в пределах Украины. Научно обоснованы приоритетные скоростные направления и

участки. Для решения этой задачи предложен показатель скоростного движения и модель его расчета.

На основе разработанной вероятностной модели движения потока поездов, проведенных экспериментов и теоретических исследований усовершенствована методика определения допускаемых скоростей движения по сопряжениям кривых, а также разработана нормативная база для переустройства плана и продольного профиля при введении скоростного движения.

Получила дальнейшее развитие модель реконструкции плана линии. Введение коэффициентов, интерпретирующих законы распределения объемов работ, стоимостных ставок и т. д., позволяет с заданной вероятностью определять необходимые капитальные вложения для переустройства кривых участков пути и, таким образом, избежать ошибок, связанных с неточным прогнозом.

Реализован комплексный подход к проектированию реконструкции продольного профиля на основе разработанной тягово-эксплуатационной модели. В качестве критериев оценки вариантов использованы показатели полных ускорений (поперечные, вертикальные и продольные) и коэффициент комфорта пассажира.

Разработана математическая модель выбора оптимальной стратегии реконструкции железной дороги. Применение метода векторной оптимизации и полуаддитивных функций позволило включить в модель тяговые расчеты и находить рациональную скорость по каждому объекту или участку при неаддитивном критерии оптимизации.

Полученные в работе новые научные положения составляют базу для решения одной из важнейших проблем железнодорожного транспорта – повышения скорости движения поездов. Теоретические и практические результаты использованы при выполнении научно-исследовательских работ по заданию V Комиссии ОСЖД, Министерства транспорта Украины, Укрзалізниці и вошли в четыре нормативных документа.

**Ключевые слова:** МЕЖДУНАРОДНЫЙ ТРАНСПОРТНЫЙ КОРИДОР, СКОРОСТНОЕ ДВИЖЕНИЕ, РЕКОНСТРУКЦИЯ, ПЛАН ЛИНИИ, ПРОДОЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ, НОРМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ, ОПТИМИЗАЦИЯ.

## SUMMARY

Kurgan N. B. Scientific Fundamentals for Refurbishment of Existing Railways in Ukraine for Introduction of Speed Movement of Trains - The Manuscript

Dissertation for the Degree of "Kandidat Nauk" (Candidate of Sciences) in the Speciality 05.22.06 - "Railway Track". Dnipropetrovsk Academician Lazaryan National University of Railway Transport; Dnipropetrovsk, Ukraine, 2004.

The Dissertation is devoted to elaboration of the scientific fundamentals of the existing Ukrainian railways' refurbishment for introduction of increased-speed train services.

The researches are executed with use of the system approach, take into account the preconditions of introduction of speed movement of trains on the international transport corridors for Ukraine.

On the basis of mathematical model of a flow of trains, experiments and theoretical researches the normative base for refurbishment of the plan and longitudinal profile of speed railway is developed. The complex technique is offered which allows with the given probability to calculate the necessary capital investment for refurbishment of curves, to define measures, which will lower of acceleration working on the passenger, and will improve comfort of driving.

A mathematical model has been developed for selection of the optimal strategy of a railway's reconstruction. The use of vector optimization method and semi-additive functions allows determining the rational speed on each object or site, in accordance with the optimization criterion.

The theoretical and practical results of the current work have been used in performance of the scientific research, made on the order of the 5th Commission of the Organization for Railways Cooperation, Ministry of Transport of Ukraine, Ukrainian Railway Department (Ukrzaliznytsja), have comprised a component part of four normative documents.

Keywords: INTERNATIONAL TRANSPORT CORRIDOR, INCREASED-SPEED MOVEMENT, RECONSTRUCTION, TRACK PLAN, LONGITUDINAL PROFILE, DESIGNING NORMS, MATHEMATICAL MODEL, OPTIMIZATION.

Курган Микола Борисович

НАУКОВІ ОСНОВИ ПЕРЕБУДОВИ ІСНУЮЧИХ ЗАЛІЗНИЦЬ УКРАЇНИ  
ДЛЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ШВИДКІСНОГО РУХУ ПОЇЗДІВ

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук

Підписано до друку “ 27 ” січня 2004 р.

Формат 60x84 1/16. Папір для множних апаратів.

Гарнітура Times New Roman Суг.

Ум. друк. арк. 1,9. Обл.-видав. арк. 1,9. Тираж 100 прим.

Замовлення № 3579. Безкоштовно.

Дніпропетровський національний  
університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна

Адреса університету та дільниці оперативної поліграфії:

49010, Дніпропетровськ, вул. Акад. В.А. Лазаряна, 2