

**Українська державна академія залізничного транспорту**

Козак Володимир Васильович

УДК 656.225:656.222.6

**УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ФУНКЦІОНУВАННЯ МЕРЕЖІ  
МІЖНАРОДНИХ ТРАНСПОРТНИХ КОРИДОРІВ НА ОСНОВІ  
ВИМОГ ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТІ**

05.22.01 – транспортні системи

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата технічних наук

Харків-2011

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Українській державній академії залізничного транспорту на кафедрі Управління експлуатаційною роботою, Міністерство інфраструктури України

**Науковий керівник:**

доктор технічних наук, професор  
**Данько Микола Іванович,**  
Українська державна академія залізничного транспорту, ректор

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

Негрей Віктор Якович,  
Білоруський державний університет транспорту,  
перший проректор

доктор технічних наук, професор  
Бобровський Володимир Ілліч,  
Дніпропетровський національний університет  
залізничного транспорту ім. В. Лазаряна, кафедра  
станції та вузли, завідувач кафедри

Захист відбудеться «19» жовтня 2011 р. о 11<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.820.04 в Українській державній академії залізничного транспорту за адресою: 61050, м. Харків, майд. Фейербаха, 7.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Української державної академії залізничного транспорту, за адресою: 61050, м. Харків, майд. Фейербаха, 7.

Автореферат розісланий «14» вересня 2011 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради

А.В.Прохорченко

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Залізничний транспорт України має певну специфіку технології роботи із вантажопотоками різних категорій. В умовах перевезень в межах держави технологія роботи залізничного транспорту передбачає раціональну взаємодію між різними учасниками перевізного процесу з метою забезпечення вимог клієнтів щодо своєчасної та якісної доставки вантажів. При відправленні або прийманні вантажів на територію України, а також транзитного пропуску поїздів по міжнародним транспортним коридорам (МТК) питання узгодженої взаємодії транспортних систем країн-учасниць перевізного процесу мають істотне значення для забезпечення пропуску вантажопотоків з урахуванням відповідності Директивам ЄС.

За 2010 рік по вітчизняній системі МТК було перевезено 159,4 млн. т. вантажів, що складає близько 28% від загального. Але аналіз обсягів вантажів, які перевозяться по МТК, доводить, що вони поступово зменшуються (на 31% за останні 6 років). Це обумовлено не тільки кризисними явищами в економіці. На підвищення тривалості прямування вагонопотоку по МТК (до 15% від нормативного часу) істотно впливає недосконалість технології перетинання кордону, а нестача рухомого складу під перевезення та мала ефективність систем інформаційної взаємодії між всіма суб'єктами перевізного процесу призводять до загального уповільнення швидкості просування вантажів. Це доводить необхідність теоретичного обґрунтування розвитку мережі МТК з урахуванням вимог інтегрованості для транспортних систем різних країн. Таким чином, наукове завдання формалізації процесу стратегічного розвитку мережі МТК країни з урахуванням життєвого циклу технології перевезень у цій системі в умовах застосування можливих короткострокових та оперативних технічних і технологічних заходів, можливо вважати актуальним.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконувалась відповідно до Державної програми реформування залізничного транспорту (розпорядження Кабінету Міністрів України від 27.12.2006 р. № 651-р), Закону про інформатизацію на залізничному транспорті, а також до науково-дослідної роботи «Розробка та формування автоматизованих логістичних технологій залізничного транспорту» (держ. реєстр. № 0108U000077).

**Мета і завдання дослідження.** Метою дисертаційної роботи є теоретичне обґрунтування організації та управління мережею міжнародних транспортних коридорів на основі вимог інтегрованості, що забезпечить системний розвиток мережі МТК шляхом врахування бізнес-інтересів всіх учасників ринку міжнародних транспортних перевезень.

Поставлена мета визначила наступні задачі дослідження:

- провести аналіз досвіду та тенденцій розвитку функціонування мережі залізничних міжнародних транспортних коридорів;
- формалізувати процес управління розвитком інтегрованості на мережі МТК з урахуванням множини заходів за період життєвих циклів, що сприяють підвищенню провізної спроможності коридорів.
- Розробити математичну модель стратегічного планування розвитку мережі МТК з урахуванням вимог інтегрованості.

- формалізувати процес функціонування технічних та прикордонних передавальних станцій у межах транспортних коридорів на рівні тактичного планування для пропуску транзитних вагопотоків.

- розробити модель перерозподілу пропускної спроможності на транспортному коридорі за рахунок спрямування поїздопотоків через суміжні станції, що знаходяться поза межами МТК.

- удосконалити структуру ІКС для управління функціонуванням мережі МТК на стратегічному та тактичному рівнях, яка відповідає вимогам трансєвропейської системи TAFTSI

- надати економічне обґрунтування доцільності розвитку та управління мережею МТК відповідно вимогам інтероперабельності.

**Об'єкт дослідження.** Функціонування системи міжнародних транспортних коридорів України.

**Предмет дослідження.** Організація та управління міжнародних транспортних коридорів України.

**Методи дослідження.** У роботі використані методи математичної статистики та аналізу статистичних даних, теорії ймовірності для дослідження показників функціонування залізниць у МТК; методи системного аналізу при формалізації процесу функціонування МТК, як цілісної залізничної транспортної системи; теорії мереж Петрі при створенні комплексу моделей організації перевезень залізницями за участю МТК та перерозподілу пропускної спроможності; методи дослідження інформаційних потоків при створенні комплексу задач та структури інформаційно-керуючої системи; методи цілочисельної оптимізації та генетичні алгоритми при вирішенні завдань стратегічного планування розвитку МТК.

**Наукова новизна одержаних результатів.** В дисертаційній роботі теоретично обґрунтовано процеси розвитку, організації та управління мережею МТК відповідно до вимог інтероперабельності, що забезпечить прискорене просування міжнародних вантажопотоків при зменшенні капітальних та експлуатаційних витрат. Для формалізації цих процесів було вперше:

- сформовано оптимізаційну динамічну модель стратегічного розвитку інтероперабельності мережі МТК, яка на відмінність від існуючих дозволяє визначити послідовність впровадження множини можливих заходів(спорудження другої колії, спрощення митних операцій, тощо) з урахуванням їх життєвого циклу, що надає можливість створити і впровадити вискоелективну систему просування транзитних вантажопотоків.

- формалізовано процес функціонування технічних та прикордонних передавальних станцій у межах транспортних коридорів на тактичному рівні у термінах апарату мереж Петрі, яка на відмінність від існуючих дозволяє змодельовати роботу станцій в єдиній мережі з урахуванням їх взаємовпливу.

- розроблено імітаційну модель управління пропускною спроможністю транспортних коридорів, яка дозволяє надати гнучкість системі МТК, за рахунок використання топології мережі для внутрішньодержавних перевезень.

Удосконалено:

- інформаційно-керуючу систему Укрзалізниці шляхом інтегрування розробленого комплексу моделей на АРМ працівників Головного управління перевезень (ЦД) УЗ, що забезпечує інтелектуальне супроводження процесу

управління міжнародними транспортними коридорами на стратегічному та тактичному рівнях.

**Практичне значення одержаних результатів.** Розроблений комплекс моделей дозволяє сформувати автоматизовані технології при прийнятті рішень щодо планування стратегії розвитку мережі МТК та реалізувати тактичне управління пропускнуою спроможністю транспортних коридорів для забезпечення вимог інтеперабельності.

Організація функціонування МТК відповідно до запропонованих в дисертації підходів дозволяють покращити їх техніко-експлуатаційні показники як в довгостроковому, так і в короткостроковому періоді. Це в свою чергу сприятиме збільшенню обсягів перевезення вантажів територією України.

Комплекс розроблених моделей рекомендовано інтегрувати до автоматизованих робочих місць причетних працівників до організації управління МТК за рахунок розширення комплексу задач щодо розвитку та оперативного планування та забезпечити сумісність з європейською системою TAF TSI.

Основні результати та розроблені наукові підходи по визначенню стратегії розвитку та управління оперативною роботою у межах коридорів використано в системі Укрзалізниці, ПрАТ «Київ-Дніпровське МППЗТ», а також впроваджено у навчальний процес Української державної академії залізничного транспорту (УкрДАЗТ) при вивченні дисципліни “Управління експлуатаційною роботою і якістю перевезень” та при проведенні учбово-дослідних робіт студентів і магістрів. Практичне впровадження результатів роботи підтверджується відповідними документами.

**Особистий внесок здобувача.** У наукових працях, опублікованих зі співавторами, особистий внесок полягає в: [2] – формування структури та вимог до ІКС логістичних центрів; [3, 13, 16] – проведено розробку пропозицій по організації системи міжнародних вантажних перевезень та розширення перспектив євроінтеграції транспортної галузі України; [4] - аналіз можливості застосування математичного апарату та дослідження результатів використання запропонованих критеріїв; [8] – виконано розробку імітаційних моделей функціонування мережі залізничних напрямків в межах МТК; [6,17] – виведено напрямки організації митного контролю при міжнародних залізничних перевезеннях вантажів; [7] – сформовано пропозиції по удосконаленню процесу міжнародних вантажних перевезень на припортових залізничних станціях; [9] – проведений аналіз перспектив приєднання України до Єдиної системи управління парком вантажних вагонів; [10] – проведено розробку методології та програми перерозподілу вантажних поїздопотоків у межах МТК України при виконанні умов інтеперабельності транспортної системи; [13, 14] – проведено аналіз можливостей управління вантажопотоками в міжнародному сполученні; [11] – розроблено науковий підхід до формування моделей стратегічного розвитку МТК; [12] – запропоновано удосконалену структурну схему інформаційно-технологічної взаємодії із АСК закордонними залізницями.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення дисертації доповідались, обговорювались і були схвалені на:

- 71-й - 73-й міжнародних науково-технічних конференціях кафедр академії та спеціалістів залізничного транспорту і підприємств (м. Харків, УкрДАЗТ, 2009- 2011 р.);

- 1-й міжнародній науковій конференції «Ресурсозберігаючі технології в експлуатації засобів транспорту в умовах реформування залізниць України» (м. Євпаторія, 2007 р.);

- 22-й та 23-й міжнародних науково-практичних конференціях «Перспективные компьютерные, управляющие и телекоммуникационные системы для железнодорожного транспорта Украины» (м. Алушта, 2009 – 2010 р.);

- 6 та 7 міжнародних науково-практичних конференціях «Проблеми міжнародних транспортних коридорів та єдиної транспортної системи України» (сmt. Коктебель, 2010-2011 р); міжнародної науково-практичної конференції «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании '2010» (м. Одеса, 2010 р.).

Дисертаційна робота повністю доповідалась на науковому семінарі кафедри Управління експлуатаційною роботою Української державної академії залізничного транспорту та кафедрі Морських перевезень Одеського національного морського університету.

**Публікації.** За темою дисертації опубліковано 12 наукових робіт у виданнях, що затверджені ВАК України (у тому числі 2 – без співавторів), та 5 додаткових праць.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Повний обсяг роботи складає 297 сторінок, з яких обсяг основного тексту 139 сторінок, роботу ілюстровано 14 рисунками, наведено 6 таблиць. Список використаних джерел складає 148 найменувань та 5 додатків.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

**У вступі** обґрунтовано актуальність теми для транспортної галузі України в сучасних умовах формування та розвитку мережі МТК. Сформульовано мету та завдання дослідження, відображені зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, наукова новизна та практична цінність дисертаційної роботи, подано її загальну характеристику.

**У першому розділі** зроблено аналіз досвіду функціонування залізничного транспорту на мережі міжнародних транспортних коридорів. Дослідження показників обсягів вантажних перевезень по вітчизняній мережі МТК показав, що він складає близько 28% від загального, а за номенклатурою переважно присутні нафтовантажі (26% від вантажообігу), вугільні вантажі (24 %), руда (17 %), насипні добрива (11 %) та чорні метали (9 %). В межах нашої держави знаходяться чотири міжнародні коридори (МТК №3, МТК №5, МТК №9 та умовний МТК №10), чотири коридори Організації співробітництва залізниць (МТК ОСЗ №3, МТК ОСЗ №5, МТК ОСЗ №8, МТК ОСЗ «Москва – Сімферополь»), один міжнародний водний коридор (МТК №7) та змішаний (мультиmodalний) коридор ТРАСЕКА. Загальна довжина мережі МТК на території України складає 6380 км.

Географічне розташування України, як транзитної держави, вимагає від транспортної галузі, щоб роботу систем управління перевезеннями в межах МТК було побудовано з урахуванням дотримання мінімального строку

доставки в кожній з підсистем. З метою зменшення часу перевезень необхідно вирішити питання щодо зменшення простоїв вантажних поїздів на залізничних станціях та підвищення ефективності технічної, технологічної та інформаційної взаємодії всіх суб'єктів при здійсненні міжнародних перевезень, тобто адаптувати систему МТК до вимог інтероперабельної залізничного транспорту.

Розв'язанню проблеми підвищення ефективності функціонування системи доставки вантажів в МТК приділена значна увага у працях Альошинського Є.С., Бабушкіна Г.Ф., Бутько Т.В., Бобровського В.І., Гаджинського А.М., Галабурди В. Г., Губенка В.К., Данька М.І., Дьоміна Ю.В., Жуковицького І.В., Котенка А.М., Ломотька Д.В., Луханіна М.І., Макаровича А.М., Міроненка В.К., Міротіна Л.Б., Нагорного Є.В., Негрея В.Я., Нечаєва Г.І., Панкратова В.І., Парунакяна В.Е., Полякова А.О., Самсонкіна В.М., Смахова А.А., Ташибаєва І.І., Топчієва М.П., Цветова Ю.М. та інших вчених.

Аналіз вітчизняного та закордонного досвіду довів, що основні тенденції та шляхи удосконалення в управлінні експлуатаційною роботою залізниць в межах МТК пов'язано із організацією єдиної системи керування залізничним транспортом на базі гнучких технологій та сучасних ІКС з метою зменшення витрат на переміщення вантажопотоку. Але існують обмеження на технологію внаслідок неузгодженості в технічних засобах, існуючих ІКС та технологіях роботи залізниць країн, через які проходять МТК. Це потребує відповідності вимогам інтероперабельності в процесі просування поїздопотоків.

Аналіз статистичних досліджень доводить, що обсяги вантажів, які перевозяться транзитом по МТК, поступово зменшується (до 31% за останні роки). Це обумовлено в основному підвищенням тривалості прямування вагонопотоку по МТК та недосконалістю технології перетинання кордону.

Аналіз наукових досліджень функціонування МТК доводить, що в основному вони присвячені удосконаленню технології перетинання вагонопотоків кордону з урахуванням митних та технічних операцій. Розвитку МТК на основі вимог інтероперабельності, як на стратегічному, так і на тактичному рівнях, який передбачає комплексний підхід щодо усього МТК в цілому, не приділено достатньо уваги. Тому виникає наукове завдання формалізації процесу стратегічного розвитку МТК за період життєвого циклу, що дозволить підвищити результативну пропускну та перевізну спроможності.

Для впровадження управління поїздопотоками на тактичному рівні в межах стратегічного розвитку МТК постає задача формування технології управління їх просуванням, що забезпечує гнучкість вибору траси через опорні станції мережі. Встановлено, що для реалізації розвитку мережі МТК на стратегічному та тактичному рівнях необхідним стає удосконалення структури та комплексу задач, що вирішуються в ІКС відповідно вимогам інтероперабельності згідно директив ЄС.

**В другому розділі** виходячи з поставлених завдань розроблено математичну модель стратегічного розвитку інтероперабельності мережі міжнародних залізничних транспортних коридорів на стратегічному рівні планування перевезень.

На концептуальному рівні в основі математичного опису постановки задачі необхідним є врахування окрім міжнародних вантажопотоків, що слідуєть

через МТК, також вантажопотоки, які тільки проходять по окремих елементах МТК, але впливають на їх завантаженість. Умова формалізації процесу розвитку вимагає вирішувати задачу тільки для визначеного тренду зростання обсягів системних перевезень (без врахування сезонних коливань) на МТК з урахуванням довгострокового періоду планування. По суті як основну рушійну силу розвитку інтегрованості МТК запропоновано використовувати закладені в періоді планування зростаючі навантаження на мережу МТК (тобто, на основі прогнозних тенденцій росту обсягів перевезень).

Основна умова, що формує комплексність рішення задачі базується на тому, що підвищення пропускної та провізної спроможності МТК безпосередньо залежить від проведення заходів щодо інформаційної, експлуатаційної, технічної, технологічної сумісності залізничних систем різних країн в межах МТК. Це означає, що по суті математична модель повинна при виборі заходів щодо розвитку інтегрованості МТК вирішувати задачу приведення у відповідність транспортну потужність МТК із заданими обсягами перевезень.

З позиції системного підходу основним принципом формування моделі розвитку інтегрованості залізничних транспортних коридорів, що взаємопов'язані загальним транспортним потоком, є їх представлення як динамічної системи  $S(t)$ , в якій із-за зростання обсягів перевезень безперервно змінюється ступінь відповідності потрібної з наявною пропускної та провізної спроможностей їх основних структурних елементів, а саме - станцій та дільниць. В умовах зростання перевезень кожний з основних елементів МТК може стати обмежуючим в системі, що визначається на основі розрахунку результативної пропускної спроможності. За таких умов виникає ситуація, коли резерви між наявною та потрібною пропускними спроможностями зменшуються критичними темпами (виникає насичення), а отже обмежуючий елемент інфраструктури напрямку потребує або значних капітальних вкладень для підвищення потужності напрямку, або реалізації технологічних рішень, що дозволить за рахунок ефективного використання інших елементів системи привести у рівновагу процес відповідності потужності інфраструктури МТК до обсягів перевезень.

Для опису просторового визначення топології залізничної мережі, що об'єднує декілька залізничних МТК, запропоновано розбити залізничну мережу на транспортні коридори  $r = \overline{1, m}$ , які, в свою чергу, поділяються на елементи  $j = \overline{1, k}$ : лінії – окремі частини коридору, що характеризуються однаковими експлуатаційними умовами; технічні станції, що обмежують дані лінії. Враховуючи взаємопов'язаність транспортних коридорів в єдиній мережі, запропоновано здійснити наскрізну нумерацію елементів мережі МТК. Згідно до цього кожному транспортному коридору відповідає визначений набір номерів елементів (ліній та станцій), що входять до нього.

Для виявлення системного ефекту в дисертаційній роботі запропоновано критерій якості управління розвитком мережі МТК, який в неявному вигляді можна записати



$$F = \int_0^{t_{\text{план}}} F(L(t), U(t)) dt \Rightarrow \min, \quad (1)$$

де  $F$  – витрати за період планування, грн;  $t_{\text{план}}$  – період планування, роки;  $L(t)$  – стан системи, грн;  $U(t)$  – вектор управління процесом розвитку інтероперабельності МТК.

До управляючих змінних  $U(t) = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$  системи  $S(t)$  можна віднести варіанти розвитку інтероперабельності МТК, що дозволять, в свою чергу, посилити транспортну потужність мережі коридорів. До таких заходів запропоновано віднести наступні:  $u_1$  – побудова додаткової колії шириною 1520 мм (INF<sub>1</sub>);  $u_2$  – побудова додаткової колії шириною 1435 мм (INF<sub>2</sub>);  $u_3$  – електрифікація (ENE);  $u_4$  – закупівля рухомого складу з розсувними колісними парами (WAG);  $u_5$  – подовження тягових пліч локомотивів в умовах жорсткого графіку руху поїздів (OPE<sub>1</sub>);  $u_6$  – поповнення локомотивного парку (LOC);  $u_7$  – оснащення лінії пристроями ETCS рівня 1 (CCS<sub>1</sub>);  $u_8$  – оснащення лінії пристроями ETCS рівня 2 (CCS<sub>2</sub>);  $u_9$  – оснащення лінії пристроями ETCS рівня 3 (CCS<sub>3</sub>);  $u_{10}$  – подовження колій на технічній станції (INF<sub>3</sub>);  $u_{11}$  – заходи спрощення митних операцій (електронне декларування вантажів, OPE<sub>2</sub>).

Для обліку тенденції впровадження прийнятого заходу від реалізації до відмови використання в роботі запропоновано враховувати його функціонування за період життєвого циклу (англ., Life Cycle, LC). Для спрощення розрахунків життєвий цикл запропоновано представити стадіями: впровадження, зрілості (насичення) та завершення використання.

Таким чином, вектор управління системою  $S(t)$  характеризується послідовністю точок  $U(0), U(1), \dots, U(t_{\text{план}})$  в просторі управляючих змінних  $u_1, u_2, \dots, u_n$ . Тоді фазовими параметрами  $l_p$  ( $p = \overline{1,5}$ ), які змінюються при зміні управляючих змінних є:

$l_1$  – інтервал між поїздами,  $I$ , год;

$l_2$  – довжина приймально-відправних колій на станціях  $l_{\text{нв}}$ , км;

$l_3$  – погонне навантаження вагонів на колію  $p$ , т/пог.м;

$l_4$  – швидкість на розрахунковому підйомі  $V_p^e$ , км/год;

$l_5$  – коефіцієнт потреби локомотивів на пару поїздів  $k_n$ .

Враховуючи, що не всі управляючі заходи здійснюються одночасно (деякі компоненти вектору  $U(t)$  можуть дорівнювати нулю), стан системи  $L(t)$  в кожний момент характеризується  $p$  фазовими координатами

$$L(t) = (l_1(t), l_2(t), \dots, l_p(t)), \quad (2)$$

де  $l_p(t)$  – значення  $p$ -го фазового параметра (тобто параметра, змінного при здійсненні  $i$ -го способу розвитку інтероперабельності). За таких умов

послідовність  $L(1), L(2), \dots, L(t_{план})$  станів системи в моменти  $t = 0, 1, \dots, t_{план}$  є фазовою траєкторією руху системи.

Як наслідок, вихідними параметрами системи є маршрутна швидкість руху поїзда на МТК, час простою поїздів на станціях, пропускна та провізна спроможності транспортних коридорів тощо.

Згідно вище наведеного, враховуючи дискретний характер заходів стратегічного розвитку інтегрованості транспортних коридорів, постає оптимізаційна задача розвитку інтегрованості мережі МТК з цільовою функцією

$$F = \sum_{r=1}^m \left[ \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n K_{ij}^r(l_{ji}) \cdot \alpha_{t_i} + \sum_{i=1}^n M_i^r \cdot \alpha_{t_i} + \sum_{i=1}^n \sum_{t=t_{i-1}+1}^{t_i} E_i^r(l_{ji}, \Gamma_{ni}^r(N_{nj}^r, P_{nj}^r), t) \cdot \alpha_{t_i} \right] \rightarrow \min, \quad (3)$$

та обмеженнями

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^k N_{nj}^r(t) = N_n^r(t), r = 1, \dots, m; \end{array} \right. \quad (4)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^k P_{nj}^r(t) = P_n^r(t), r = 1, \dots, m; \end{array} \right. \quad (5)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{r=1}^m N_{nj}^r(t) \leq N_{nj}^{\max}(t); \end{array} \right. \quad (6)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{r=1}^m P_{nj}^r(t) \leq P_{nj}^{\max}(t); \end{array} \right. \quad (7)$$

де  $r$  – порядковий номер залізничного коридору,  $r = \overline{1, m}$ ;  $j$  – порядковий номер елемента транспортного коридору,  $j = \overline{1, k}$ ;  $i$  – порядковий номер етапу розвитку (модернізації) елементів транспортного коридору,  $i = \overline{1, n}$ ;  $l_{ij}$  – вектор значень всіх параметрів, що визначає стан елемента  $j$  транспортного коридору при впровадженні заходу  $i$ ;  $\Gamma_{nj}(N_{nj}, P_{nj})$  – провізна спроможність транспортного коридору  $r$  при впровадженні  $i$ -го заходу, що залежить від структури поїздопотоків на обмежуючому елементі  $j$ , млн.  $m$  нетто за рік;  $N_{nj}^r(t)$ ,  $P_{nj}^r(t)$  – величина відповідно поїздопотоків вантажних та пасажирських поїздів транспортного коридору  $r$ , що спрямована на елемент  $j$  в поточному році  $t$ , поїздів на рік;  $N_n^r(t)$ ,  $P_n^r(t)$  – величина загального поїздопотоків відповідно вантажних та пасажирських поїздів транспортного коридору  $r$  в поточному році  $t$ , поїздів на рік;  $N_{nj}^{\max}(t)$ ,  $P_{nj}^{\max}(t)$  – наявна результативна пропускна спроможність елемента  $j$  в поточному році  $t$ , що виділена відповідно для вантажних та пасажирських поїздів, поїздів на рік;

$K_i^r$  – одноразові капітальні вкладення при  $i$ -му заході для коридору  $r$ , які знаходяться в певній залежності від значень параметрів, що характеризують стан лінії, грн.;  $\alpha_{t_i}$  – коефіцієнт дисконтування в момент впровадження заходу  $t_i$ ;  $t_{i-1}, t_i$  – моменти відповідно початку і закінчення життєвого циклу  $i$ -го заходу посилення пропускної і провізної спроможностей залізничного коридору. Значення строків експлуатації коридорів на кожному з етапів повинні задовольняти умові  $t_{i-1} \leq t_i \leq t_{i+1}$ , рік;  $M_i^r$  – вартість маси вантажу на колесах, що одночасно знаходиться на коридорі  $r$ , грн.;  $E_i^r$  – річні перевізні витрати, що знаходяться в залежності від значень параметрів, які характеризують технічне оснащення та величини вантажопотоку, що направляється на коридор  $r$ , грн.

Виходячи із умов обчислювальної складності (велика розмірність мережі, комбінованість заходів розвитку інтегрованості), в роботі для рішення поставленої задачі (3-7) запропоновано використати метод еволюційного моделювання на базі генетичного алгоритму (ГА) з перестановочним кодуванням. В основі функціонування ГА закладено принцип моделювання еволюції на рівні геномів, які подаються у вигляді генетичних структур – хромосом  $H_q$ ,  $q = 1, N$ , що являють собою генну комбінацію, де гени  $h$  моделюють послідовність та індекси заходів щодо розвитку інтегрованості всієї мережі МТК

$$H_q = \left\{ \underbrace{h_1, h_2}_{1}, \underbrace{h_3, h_4}_{2}, \underbrace{h_5, h_6, h_7, h_l}_{4}, \dots, \underbrace{h_{12}, h_{13}, h_{14}, h_L}_{9}, \underbrace{h_L}_{k} \right\}, \quad (8)$$

де  $l$  – індекс гену  $h$ , який відповідає нумерації генів в хромосомі,  $l = \overline{1, L}$ ;  $h$  – ген, ціле число, в якому закодовано номер елемента та відповідний індекс заходу розвитку його інтегрованості за виразом  $h_l = \{j \ i\}$ , де  $i$  – номер заходу розвитку інтегрованості на заданому  $j$ -тому елементі (лінія або станція),  $i = \overline{1, n}$ ,  $j = \overline{1, k}$ .

Таким чином, сформована модель дозволяє визначити раціональну послідовність впровадження заходів для підвищення рівня інтегрованості мережі МТК. На рисунку 1 наведено діаграму етапного освоєння планових обсягів перевезень на паралельних маршрутах транспортних коридорів (а) та схему мережі МТК (б). Як логічне продовження цієї задачі постає завдання формування автоматизованої технології управління вантажопотоками на тактичному рівні.

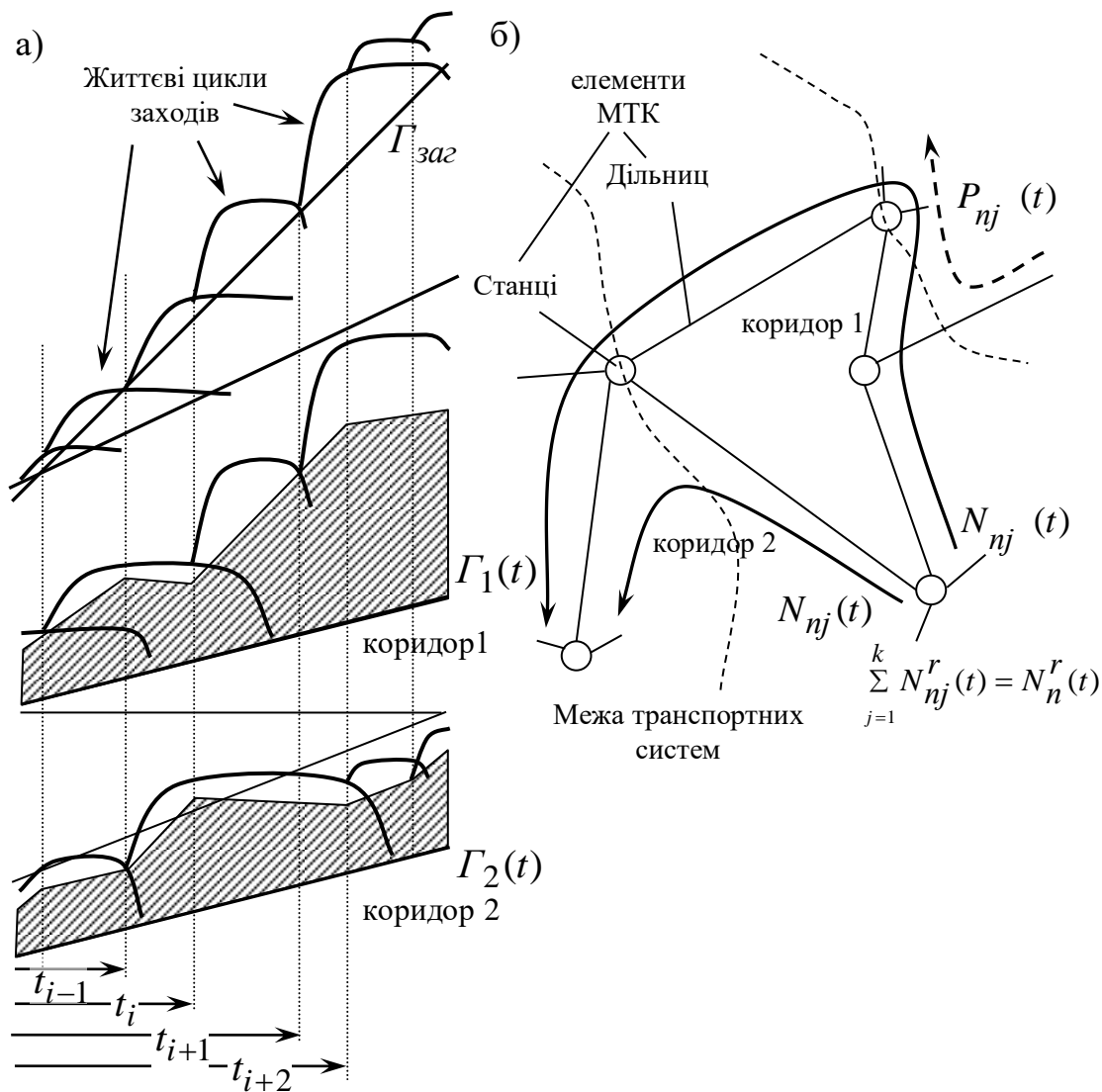


Рис. 1. Діаграма етапного освоєння планових обсягів перевезень на паралельних маршрутах транспортних коридорів (а) та схема мережі МТК (б)

**Третій розділ** присвячений формуванню моделі оперативного управління вагонопотоками у межах міжнародних транспортних коридорів (МТК) за умови інтеперабельності транспортної системи.

Для досягнення мети прогнозування можливості застосування нових вимог організації функціонування мережі МТК на основі інтеперабельності проведено формалізацію технології просування вагонопотоків у межах міжнародних транспортних коридорів. Для вирішення поставленого завдання проведено розробку імітаційних моделей функціонування основних технічних та прикордонних передавальних станцій у межах транспортних коридорів.

Рекомендовано перевірку концепцій удосконалення процесу функціонування комплексу залізничних станцій та перегонів, що обслуговують міжнародні поїздопотоки, проводити з використанням математичного апарату мереж Петрі (рис. 2).

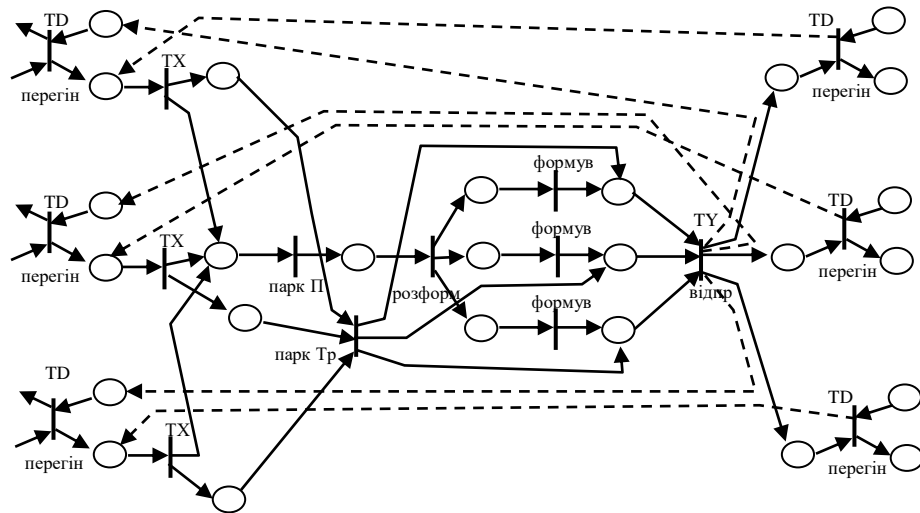


Рис. 2. Макрорівнева модель обслуговування вантажних поїздів на великих технічних вузлових залізничних станціях

Використання апарату мереж Петрі дозволяє провести функціональне моделювання роботи всіх підсистем мережі МТК як на мікрорівнях залізничних станцій, так й на макрорівні транспортної системи України. Графову структуру мережі МТК подано у вигляді матриць інцидентності (6x8). На підставі матриць інцидентності проведено формування моделей просування вагонопотоків на окремих напрямках міжнародних вантажних перевезень. Для ув'язування в єдину мережу всіх залізничних (прикордонних передавальних, припортових та сортувальних) станцій на міжнародних напрямках проведено розробку макрорівневої моделі комплексу МТК України (рис. 3).

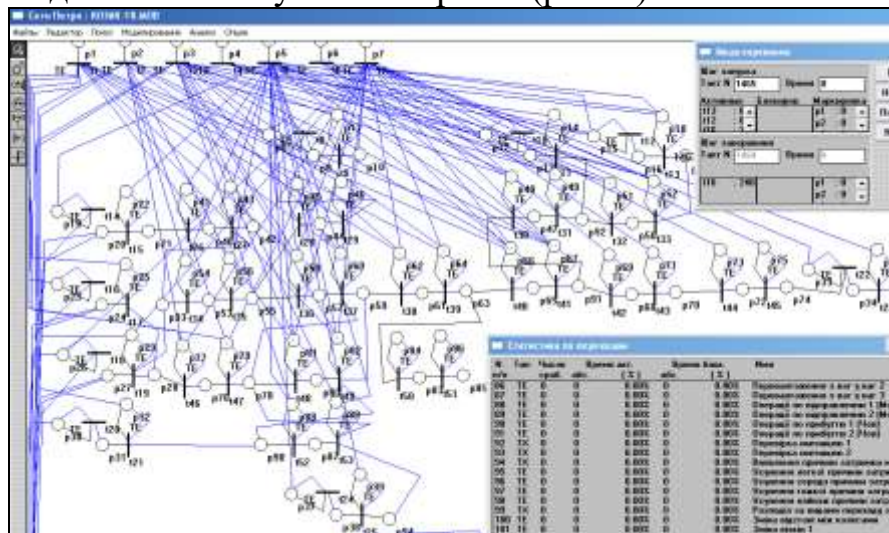


Рис. 3. Фрагмент інтерфейсу моделі дослідження пропускної спроможності мережі МТК для оперативного перерозподілу поїздопотоків

На відмінність від існуючих моделей транспортних коридорів, запропонована модель є універсальною та спроможною враховувати корегування, що пов'язані із перерозподілом напрямів міжнародного поїздопотоків. Перевірку якості моделей прогнозування виконано за критерієм Уїлкоксона та доведено, що відхилення результатів моделювання від результатів статистичних спостережень відрізняється в середньому не більше ніж на 5%, що відповідає умові адекватного відображення структурних та поведінкових властивостей розроблених моделей.

Основною метою моделювання постає задача знаходження такого стану системи, при якому буде досягнута мінімізація часових витрат при обслуговуванні експортно-імпортних потоків в межах всього транспортного комплексу міжнародних вантажних перевезень.

Для аналізу результатів моделювання (що охоплює період 1 рік) розроблено програмні продукти, за допомогою яких виявлено поетапний вплив факторів впровадження вимог інтероперабельності на раціоналізацію часу обробки міжнародних поїздопотоків для кожного МТК.

Дослідження довели, що найбільший ефект з запропонованих напрямків раціоналізації функціонування МТК проявили технологічні пропозиції по скороченню простоїв на залізничних станціях за рахунок удосконалення взаємодії з митними органами та подовження тягових пліч локомотивів (відповідно, 9,5% та 55,4% від сумарного ефекту мінімізації витрат часу знаходження поїздопотоків в межах МТК України (рис. 4)).

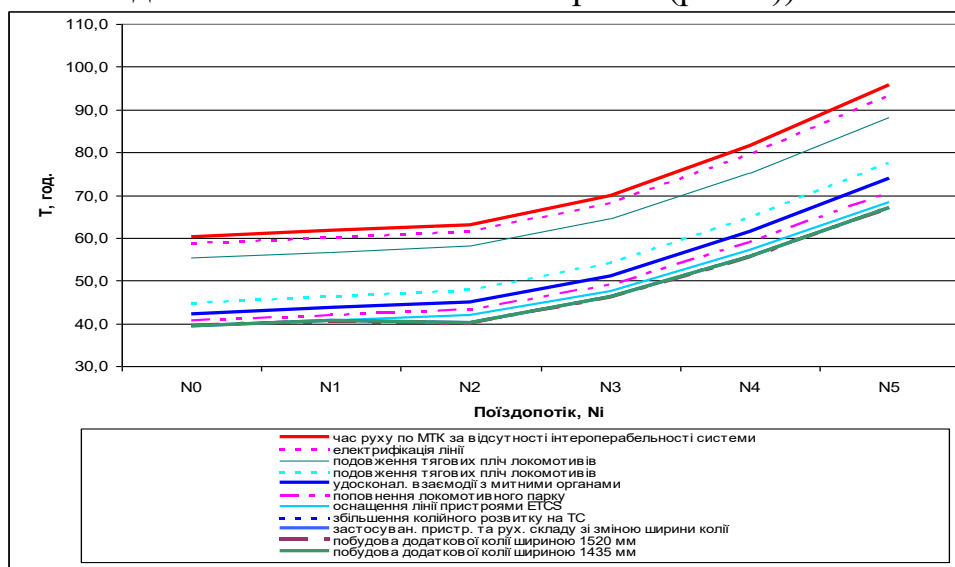


Рис. 4. Дослідження впливу динаміки зміни обсягів перевезень на час знаходження вантажних поїздів в межах МТК №9

При моделюванні виробничої ситуації в мережі МТК виявлено, що за умови незмінності напрямів міжнародних вантажних перевезень, можливість поетапного збільшення об'ємів транспортування в Україні обмежується точкою насичення системи, яка знаходиться на рівні 20%-го резерву збільшення переробної спроможності по відношенню до існуючих розмірів міжнародного поїздопотоків.

Для удосконалення організації функціонування транспортної системи України та впровадження можливості перспективного 30%-го збільшення об'ємів міжнародних вантажних перевезень, розроблено генетичний алгоритм варіації методів раціоналізації транспортного процесу та запропоновано модель перерозподілу поїздопотоків на мережі МТК, що враховує можливість розвантаження технічних станцій на найбільш напружених напрямках (рис.3.4).

За результатами моделювання, з урахуванням перерозподілу поїздопотоків, розраховано можливі варіанти пропуску міжнародних транспортних потоків через суміжні станції, що знаходяться поза межами МТК. Виявлено, що в умовах можливості збільшення міжнародного поїздопотоків при застосуванні всіх запропонованих вимог інтероперабельності сумарна економія

часу на мережі транспортних коридорів України складатиме, зокрема, для МТК №3 32,7 год/поїзд, МТК №5 – 43,8 год/поїзд, МТК №9 - 25,7 год/поїзд, МТК №9с - 3,7 год/поїзд, МТК №10 – 45,3 год/поїзд, МТК ОСЗ №8 – 19,5 год/поїзд, що вцілому підвищує загальну ефективність функціонування мережі на 39,4% (рис. 5).

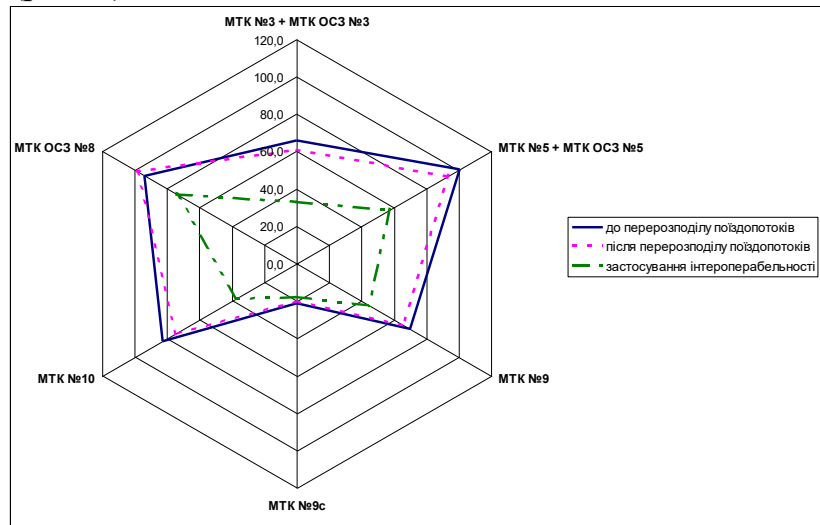


Рис. 5. Результати дослідження економії часу просування поїздопотоків на мережі МТК України

У розділі моделюванням оперативного управління вагонопотоками доведено, що тактичний підхід до перерозподілу поїздопотоків дозволяє не лише підвищити пропускну спроможність мережі МТК, а й надати гнучкості системі, що відповідає вимогам інтероперабельності в частині забезпечення взаємодії із системами TAF.TSI. Реалізація такого підходу вимагає формування мережі розподілених систем підтримки прийняття рішень (СППР) в межах існуючої інформаційно-керуючої системи (ІКС) транспорту.

**У четвертому розділі** сформовано дворівневу структуру інформаційно-керуючої системи, застосування якої дозволяє реалізувати процес управління функціонуванням міжнародних транспортних коридорів на стратегічному та тактичному рівнях. В основу даної структури покладено вимоги інтероперабельності при взаємодії різних рівнів управління поїздопотоками країн-учасниць перевізного процесу.

Сформована структура ІКС на відмінність від існуючої представляє собою ефективний інструмент управління вантажо- та поїздопотоками міжнародних транспортних коридорів, зосереджений на рівні Головного управління перевезень, що вирішує задачі поточного диспетчерського супроводження на структурі розподілених систем підтримки прийняття рішень. Вона передбачає наявність інтегральних інформаційних зв'язків з суміжними адміністраціями залізничного транспорту, що в свою чергу робить значний крок у розвиток Євроінтеграції і виходу залізниць України на світові ринки у якості рівного партнера.

Дотримання вимог інтероперабельності при реалізації інформаційно-керуючої системи управління функціонування МТК на стратегічному та тактичному рівнях надає можливості реалізувати гнучку технологію управління поїздопотоками міжнародних транспортних коридорів шляхом вирішення основних задач, пов'язаних з замовленням або зміною траси прямування та управлінням пропускнуною спроможністю, що реалізовано як універсальна

модель в рамках мереж Петрі в результаті чого досягається: зменшення експлуатаційних витрати на перевезення вантажів в межах МТК, прискорення доставки вантажів, забезпечення дотримання логістичних принципів при перевезеннях як в межах країни так і у міждержавному сполученні, покращення виконання якісних та кількісних показників роботи Укрзалізниці.

Розроблені моделі оперативного управління поїздопотоками міжнародних транспортних коридорів з точки зору інформаційного оформлення передбачають сумісність протоколів із Технічними специфікаціями прикладних програмних забезпечень для вантажних перевезень – TAF TSI.

Методичний підхід, що застосовано для обґрунтування доцільності впровадження результатів дослідження, відповідає прийнятим в світовій практиці методам визначення ефективності інноваційно-інвестиційних рішень. Сукупний за роками розрахункового періоду економічний ефект визначено як перевищення сумарної вартісної оцінки результатів здійснення транспортної діяльності МТК на засадах інтеперабельності над вартісної оцінкою сукупних витрат за весь розрахунковий період з урахуванням приведення грошових потоків до розрахункового року. Економічне обґрунтування доцільності запровадження принципів інтеперабельності здійснено на прикладі умовного міжнародного транспортного коридору, робота якого характеризується наступними техніко-економічними показниками: довжина МТК складає 900 км.; в середньому за добу проходить 20 пар вантажних поїздів, з них доля міжнародних поїздів складає 45%; середня маса поїздів складає 4200 т.брутто; середня тривалість руху поїзда по МТК до впровадження інтеперабельності - 71,8 год.

Приріст економічного ефекту залізниці за рахунок розвитку інтеперабельності даного МТК за двадцять років з урахуванням приведення грошових потоків до першого року розрахункового періоду складе 1968,4 млн.грн. Всі одноразові інвестиційні витрати окупаються в тому ж році, в якому вони здійснювались. Показник загальної рентабельності проекту розвитку інтеперабельності МТК, що розглядався, складає 1,23.

## **ВИСНОВКИ**

1. Основні тенденції та шляхи удосконалення в управлінні експлуатаційною роботою залізниць в межах МТК пов'язано із організацією єдиної системи керування залізничним транспортом на базі гнучких технологій та сучасних ІКС з метою зменшення витрат на переміщення вантажопотоку. Одними з важливих факторів, що впливають на ці витрати, є наявність обмежень на технологію внаслідок неузгодженості в технічних засобах, існуючих ІКС та технологіях роботи залізниць країн, через які проходять МТК. Це потребує відповідності вимогам інтеперабельності в процесі просування поїздопотоків.

2. Аналіз статистичних досліджень доводить, що обсяги вантажів, які перевозяться транзитом по МТК, поступово зменшується (до 31% за останні роки). Це обумовлено не тільки кризисними явищами в економіці. На підвищення тривалості прямування вагонопотоку по МТК істотно впливає недосконалість технології перетинання кордону. Про це свідчить стабільний



високий рівень числа затриманих вагонів при перетинанні державного кордону (до 16 тис. вагонів за рік), що призводить до значного уповільнення просування вагонопотоку (до 15% від нормативного часу). Це насамперед доводить необхідність теоретичного обґрунтування розвитку інтегрованості транспортної системи різних країн.

3. Для реалізації розвитку інтегрованості мережі МТК, сформовано множину можливих заходів, що представляють наступні варіанти розвитку транспортного коридору: побудова додаткової колії шириною 1520 мм; побудова додаткової колії шириною 1435 мм; електрифікація; закупівля рухомого складу з розсувними колісними парами; подовження тягових пліч локомотивів в умовах жорсткого графіку руху поїздів; поповнення локомотивного парку; оснащення лінії пристроями ETCS рівня 1; оснащення лінії пристроями ETCS рівня 2; оснащення лінії пристроями ETCS рівня 3; подовження колій на технічній станції; заходи спрощення митних операцій (електронне декларування вантажів).

4. Згідно до запропонованої ідеології формалізовано процес розвитку інтегрованості мережі МТК на стратегічному рівні планування як оптимізаційну динамічну модель, що включає інтегральний показник оцінки витрат (капітальні, експлуатаційні та витрати на омертвлення вантажу в межах МТК) та систему обмежень, яка відбиває умову збереження та освоєння заданих вантажопотоків, що дозволяє на відмінність від існуючих підходів визначити послідовність впровадження множини заходів у просторі та часі з урахуванням їх життєвих циклів для всієї мережі транспортних коридорів.

5. Сформовано математичну модель на основі апарату генетичного алгоритму з перестановочним кодуванням, який адаптований до умов функціонування МТК, та дозволяє на основі еволюційного моделювання знаходити оптимальну стратегію розвитку інтегрованості всієї мережі МТК, де результати моделювання випробувано для умовного МТК. Доведено, що даний метод є ефективним для вирішення задач великої розмірності та має високу швидкість збіжності. Адекватність моделі обумовлена коректною постановою задачі стратегічного розвитку МТК та врахуванням множини всіх можливих заходів.

6. Для проведення функціонального моделювання процесу оперативного управління вагонопотоками у межах транспортних коридорів на підставі матриць інцидентності проведено формування моделей просування вагонопотоків на окремих напрямках міжнародних вантажних перевезень. Для ув'язування в єдину мережу всіх залізничних (прикордонних передавальних, припортових та сортувальних) станцій на міжнародних напрямках проведено розробку макrorівневої моделі комплексу МТК України. На відмінність від існуючих моделей транспортних коридорів, запропонована модель є універсальною та спроможною враховувати корегування, що пов'язані із перерозподілом напрямів міжнародного поїздопотоків.

7. Для удосконалення організації функціонування транспортної системи України та можливого збільшення обсягів міжнародних вантажних перевезень, розроблено генетичний алгоритм варіації організаційних заходів раціоналізації транспортного процесу та запропоновано модель перерозподілу поїздопотоків на мережі МТК, що враховує можливість розвантаження технічних станцій на

найбільш напружених напрямках. Створено модель перерозподілу пропускної спроможності в термінах мереж Петрі, яка реалізована на базі генетичних алгоритмів та є основою для формування СППР.

8. Сформовано дворівневу структуру ІКС для управління функціонуванням МТК на стратегічному та тактичному рівнях, в основу якої покладено вимоги інтеперабельності при взаємодії різних рівнів управління поїздопотоками країн-учасниць перевізного процесу. Сформована структура на відмінність від існуючої представляє собою ефективний інструмент управління вантажо- та поїздопотоками міжнародних транспортних коридорів, зосереджений на рівні Головного управління перевезень де вирішуються задачі поточного диспетчерського супроводження на структурі розподілених СППР, та має інтегральні інформаційні зв'язки з суміжними адміністраціями залізничного транспорту. Запропоновані моделі оперативного управління поїздопотоками міжнародних транспортних коридорів з точки зору інформаційного оформлення передбачають сумісність протоколів із Технічними специфікаціями прикладних програмних забезпечень для вантажних перевезень – TAF TSI.

9. Внаслідок розрахунків сукупний економічний ефект від розвитку інтеперабельності мережі МТК за перевезення протягом періоду 20 років складатиме 19 68,4 млн. грн.

### **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ**

- 1 Козак В.В. Интенсификация международных железнодорожных перевозок / В.В. Козак // Залізн. трансп. України. – 2007. – № 2. – С. 3-4.
- 2 Козак В.В. Методологічний підхід щодо створення структури логістичного центру залізниць України / Т.В. Бутько, Д.В. Ломотько, В.В. Козак, В.М. Кулешов // Залізничний транспорт України. – 2007. – №1. – С. 29-33.
- 3 Козак В.В. Розширення перспектив євроінтеграції системи міжнародних залізничних перевезень України / В.В. Козак, М.І. Данько, Д.В. Ломотько, Є.С. Альошинский // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2010. – № 4. – С. 111-115.
- 4 Козак В.В. Методологічний аспект формування критеріїв ефективного управління залізничною транспортною системою / М.І. Данько, Т.В. Бутько, Д.В. Ломотько, В.В. Козак // Зб. наук. праць.- Харків: УкрДАЗТ, 2010.- – Вип. 113. – С.5-9.
- 5 Козак В.В. Формалізація системи міжнародних перевезень для вирішення проблеми актуалізації мережі транспортних коридорів / В.В. Козак // Зб. наук. праць.- Харків: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 119. – С.17-25.
- 6 Козак В.В. Формування умов для оптимізації перевезень залізничним транспортом при взаємодії з митними органами України / В.В. Козак, М.І. Данько, Є.С. Альошинский, Шварьов Д.А. // Вагонный парк. Харьков, 2011. – № 1. – С. 4-7.
- 7 Козак В.В. Напрямки удосконалення процесу міжнародних вантажних перевезень на припортових залізничних станціях / В.В. Козак, М.І. Данько, Є.С. Альошинский, Світлична С.О. // Вагонный парк. Харьков, 2011, – № 3. – С. 7-10.

- 8 Козак В.В. Удосконалення технології роботи сортувальних станцій та прилеглих дільниць для актуалізації схеми формування міжнародних транспортних систем / В.В. Козак, М.І. Данько, Є.С. Альошинский // Вагонный парк. Харьков, 2011. – № 5. – С. 7-10.
- 9 Козак В.В. Удосконалення технології обробки вантажопотоків в рамках Єдиної системи управління парком вантажних вагонів (ЄСУПВВ) / Козак В.В., Данько Н.И., Алёшинский Е.С., Смаглюк А.С., Тремпольцев О.О. // Вагонный парк. Харьков, 2011. – № 6. – С.12-17.
- 10 Козак В.В. Формування моделі оперативного управління вагонопотоками у межах МТК за умови інтегрованості транспортної системи // Збірник наукових праць ДонІЗТ – Донецьк: ДонІЗТ, 2011. – Вип. 26. – С. 5-12.
- 11 Козак В.В. Розробка моделі розвитку інтегрованості міжнародних залізничних транспортних коридорів на стратегічному рівні планування перевезень / В.В. Козак, Т.В. Бутько, А.В. Прохорченко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2011.– № 3. – С. 36-41.
- 12 Козак В.В. Удосконалення технології просування поїздопотоків залізницями України на основі інтегрованості / В.В. Козак, М.І. Данько // Восточно-Европейский журнал передових технологий. – 2011.– №4/3(52).– С. 16-18.

Додаткові праці:

- 13 Козак В.В. Возможности для привлечения товарных потоков при организации перевозок в международном железнодорожном сообщении / В.В. Козак, М.И. Данько, Д.В. Ломотько, Е.С. Альошинский // Вагонный парк. Харьков, 2010. – № 8. – С. 20-23.
- 14 Козак В.В. Методологічний підхід до управління обмеженим ресурсом на залізничному полігоні. Матеріали 23-й Міжнародної науково-практичної конференції «Перспективные компьютерные, управляющие и телекоммуникационные системы для железнодорожного транспорта Украины» м. Алушта, вересень 2010 р. / В.В. Козак, М.І. Данько, Д.В. Ломотько // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті № 4 (додаток). 2010. – С. 51.
- 15 Козак В.В. До питання з раціоналізації системи міжнародних вантажних залізничних перевезень / В.В. Козак, М.І. Данько, Д.В. Ломотько // Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании ‘2010» (с 20 по 27 декабря 2010 г.). Том1: Транспорт. – Одеса: Черноморье, 2010. – С.76-77.
- 16 Козак В.В. Перспективы в организации грузовых железнодорожных перевозок между Украиной и другими государствами-членами ОСЖД / В.В. Козак, М.И. Данько, Д.В. Ломотько, Е.С. Альошинский // Бюллетень ОСЖД. № 3-4 (311-312). – Варшава, 2010. – С. 22-25.
- 17 Козак В.В. Практичні рекомендації з оптимізації функціонування транспортного комплексу міжнародних вантажних залізничних перевезень / В.В. Козак, М.І. Данько, Є.С. Альошинский, Шварьов Д.А. // Вагонный парк. Харьков, 2011. – № 2.– С. 4-7.

**АНОТАЦІЯ**

Козак В.В. Удосконалення організації функціонування мережі міжнародних транспортних коридорів на основі інтероперабельності. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.01 – транспортні системи; Українська державна академія залізничного транспорту; Харків, 2011.

Дисертаційну роботу присвячено вирішенню наукового завдання удосконалення організації функціонування мережі міжнародних транспортних коридорів на основі вимог інтероперабельності.

В результаті вирішення поставленої задачі було формалізовано процес розвитку інтероперабельності мережі міжнародних транспортних коридорів (МТК) на стратегічному рівні планування у вигляді динамічної моделі, що включає інтегральний показник оцінки витрат та систему обмежень, яка відбиває умову неперервності вантажопотоку, освоєння заданих вантажопотоків, що дозволяє на відмінність від існуючих підходів визначити послідовність впровадження множини заходів у просторі та часі з урахуванням їх життєвих циклів для всієї мережі транспортних коридорів.

Для пошуку оптимальної стратегії розвитку інтероперабельності всієї мережі МТК сформовано еволюційну математичну модель на основі апарату генетичного алгоритму з перестановочним кодуванням.

З метою удосконалення організації функціонування транспортної системи України, розроблено генетичний алгоритм варіації організаційних заходів раціоналізації транспортного процесу та запропоновано модель перерозподілу поїздопотоків на мережі МТК, яка враховує можливість розвантаження технічних станцій на найбільш напружених напрямках. Створено модель перерозподілу пропускної спроможності в термінах мереж Петрі, яка реалізована на базі генетичних алгоритмів та є основою для формування СППР.

Для реалізації сформованих моделей стратегічного та тактичного управління мережею МТК сформовано дворівневу структуру ІКС, в основу якої покладено вимоги інтероперабельності при взаємодії різних рівнів управління поїздопотоків країн-учасниць перевізного процесу. Також в роботі розраховано економічний ефект від впровадження запропонованих заходів.

Ключові слова: транспортна система, залізничний транспорт, міжнародний транспортний коридор, інтероперабельність, інформаційно-керуюча система.

#### АННОТАЦІЯ

Козак В.В. Совершенствование организации функционирования сети международных транспортных коридоров на основе интероперабельность. - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.01 - транспортные системы; Украинская Государственная академия железнодорожного транспорта; Харьков, 2011.

Диссертационная работа посвящена решению научной задачи совершенствования организации функционирования сети международных транспортных коридоров на основе требований интероперабельности. Для достижения этой цели в работе проведен анализ статистических исследований, который доказывает, что объемы грузов, перевозимых транзитом по МТК, постепенно уменьшаются. Определено, что на повышение продолжительности следования вагонопотоков по МТК существенно влияет несовершенство

технологии прохождения границы. Об этом свидетельствует стабильно высокий уровень числа задержанных вагонов при пересечении государственной границы, что приводит к значительному замедлению продвижения вагонопотоков. Проведенный анализ доказывает необходимость решения задачи теоретического обоснования развития интероперабельности транспортной системы разных стран.

В результате решения поставленной задачи был формализован процесс развития интероперабельности сети МТК на стратегическом уровне планирования в виде динамической модели, включающей интегральный показатель оценки затрат и систему ограничений, которая отражает условие непрерывности грузопотока, освоения заданных грузопотоков, позволяющий в отличие от существующих подходов определить последовательность внедрения множества мероприятий в пространстве и времени с учетом их жизненных циклов для всей сети транспортных коридоров.

Для поиска оптимальной стратегии развития интероперабельности всей сети МТК сформирована эволюционная математическая модель на основе аппарата генетических алгоритмов с перестановочной кодировкой. Доказано, что данный подход является эффективным для решения задач большой размерности и имеет высокую скорость сходимости.

С целью совершенствования организации функционирования транспортной системы Украины, разработан генетический алгоритм вариации организационных методов рационализации транспортного процесса и предложена модель перераспределения поездопотоков на сети МТК, которая учитывает возможность разгрузки технических станций на наиболее напряженных направлениях. Сформирована модель перераспределения пропускной способности в терминах сетей Петри, которая реализована на базе генетических алгоритмов и является основой для формирования СППР.

В целях практической реализации сформированных моделей стратегического и тактического управления сетью МТК сформирована двухуровневая структура информационно-управляющей системы, в основу которой заложены требования интероперабельности при взаимодействии различных уровней управления поездопотоками стран-участниц перевозочного процесса. Предложенные модели оперативного управления поездопотоками международных транспортных коридоров с точки зрения информационного оформления предусматривают совместимость протоколов с Техническими спецификациями прикладных программных обеспечений для грузовых перевозок - TAF TSI.

Эффективность предложенных мероприятий подтверждается расчетом совокупного экономического эффект от развития интероперабельности сети МТК.

Ключевые слова: транспортная система, железнодорожный транспорт, международный транспортный коридор, интероперабельность, информационно-управляющая система

## **THE SUMMARY**

Kozak V.V. Improving the organization of functioning a network of international transport corridors on the basis of the interoperability. - Manuscript.

Dissertation of Ph.D. competitor on speciality 05.22.01 – the transport systems; Ukrainian state academy of railway transport; Kharkov, 2011

The thesis is dedicated to solving scientific task of improving the network of international transport corridors (ITC) based on the requirements of interoperability.

As a result of solution of the problem a process of development of ITC's network interoperability at the strategical level of planning in a dynamic model that includes an integral indicator of cost estimation and system limitations, which reflects the condition of continuity and development of the freight traffic, allowing for the difference from existing approaches to determine the implementation sequence of the set of measures in space and time basing on their lifecycles for the whole network of transport corridors has been formalized.

To find the optimal strategy of interoperability development across the ITC's network the evolutionary mathematical model based on genetic algorithm with permutative encoding.

In order to improve the functioning of transport system of Ukraine, the genetic algorithm variation methods of transport process rationalization was developed and a model of redistribution of train traffic to the ITC's network, which takes into account the possibility of technical stations's workload reduction at the most tense spans was offered. A model of redistribution of capacity in terms of Petri nets, which is implemented on the genetic algorithm base s and is the basis for the formation of DSS was offered.

To implement the formed models of strategical and tactical management of MTC network the two-tier structure of the ICS, which is based on the requirements of interoperability in the interaction of different levels of train traffic control of the countries-participants transportation process was formed. Also in this work the economical effect of implementing the proposed measures was estimated.

Keywords: transport system, rail transport, international transport corridor, interoperability, information management system. Keywords: transport system, rail transport, international transport corridor, interoperability, information management system.

Козак Володимир Васильович

УДК 656.225:656.222.6

УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ФУНКЦІОНУВАННЯ МЕРЕЖІ  
МІЖНАРОДНИХ ТРАНСПОРТНИХ КОРИДОРІВ НА ОСНОВІ  
ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТІ  
05.22.01 – транспортні системи

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Надруковано згідно з оригіналом автора

Відповідальний за випуск

доц. Лаврухін О.В.

---

Підписано до друку 12.09.2011

Формат паперу 60x84 1/16 . Папір писальний.

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

Замовлення № 405 Тираж 100.

---

Видавництво УкрДАЗТу, свідоцтво ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

Друкарня УкрДАЗТу,

61050 , Харків - 50, пл. Фейєрбаха, 7