

Міністерство освіти і науки України

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна

На правах рукопису

ГЕРМАНЮК ЮЛІЯ МИКОЛАЇВНА

УДК 656.223.2



**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ОЦІНКИ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНОГО  
ТРАНСПОРТУ ПРИ ВИКОНАННІ ТРАНЗИТНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ  
ВАНТАЖІВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ**

Спеціальність 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту

Дисертація  
на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Науковий керівник:  
**Козаченко Дмитро Миколайович**  
доктор технічних наук, професор

Дніпро – 2017

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	6
ВСТУП .....	7
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ОЦІНКИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ В СИСТЕМІ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ .....	13
1.1 Аналіз проблем транзитних залізничних перевезень територією України .....	13
1.1.1 Характеристика міжнародної транспортної системи України та аналіз проблем при здійсненні міжнародних перевезень.....	13
1.1.2 Сучасний стан залізничної транспортної системи України в системі міжнародних перевезень. ....	20
1.2 Математичні моделі для дослідження перевезень вантажів у міжнародному сполученні.....	23
1.3 Методи оцінки якості використання рухомого складу та інфраструктури залізничного транспорту .....	25
1.3.1 Показники для оцінки діяльності залізничного транспорту. ....	25
1.3.2 Оцінка ефективності транзитних перевезень.....	28
1.4 Висновки за розділом 1 .....	31
РОЗДІЛ 2 ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ СЛІДУВАННЯ ТРАНЗИТНИХ ВАГОНОПОТОКІВ ЧЕРЕЗ ТЕРИТОРІЮ УКРАЇНИ.....	33
2.1 Структура і основні задачі дослідження. Порядок та методи їх розв'язання.....	33

2.2 Дослідження умов експлуатації інфраструктури залізниць та вантажних вагонів при виконанні міжнародних перевезень .....	36
2.2.1 Умови функціонування міжнародної транспортної системи України .....	36
2.2.2 Дослідження вантажопотоків при здійсненні транзитних перевезень територією України .....	39
2.3 Побудова моделі маршрутів слідування вагонопотоків при здійсненні міжнародних перевезень .....	42
2.4 Дослідження витрат у логістичному ланцюзі доставки вантажопотоків при здійсненні міжнародних перевезень .....	46
2.5 Висновки за розділом 2 .....	52
<b>РОЗДІЛ 3 УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ОЦІНКИ УМОВ ПРОПУСКУ ТРАНЗИТНИХ ВАГОНОПОТОКІВ ПО ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ .....</b>	<b>54</b>
3.1 Методика дослідження процесів пропуску вагонів власності інших держав по території України.....	54
3.2 Дослідження розмірів передачі вагонів України із сусідніми країнами	58
3.3 Дослідження тривалості знаходження вагонів власності інших держав на території України .....	62
3.4 Розробка методів оцінки умов пропуску транзитних вантажопотоків ..	79
3.5 Дослідження впливу різних факторів на простої вагонів в очікуванні передачі в треті країни.....	85
3.6 Висновки за розділом 3 .....	90
<b>РОЗДІЛ 4 ПІДВИЩЕННЯ КОНКУРЕНТНОЗДАТНОСТІ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ У СИСТЕМІ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ...</b>	<b>92</b>
4.1 Вирішення задачі вибору стратегії залучення вантажопотоків транзитною залізницею .....	92

4.1.1 Формалізація задачі .....	94
4.1.2 Обмеження задачі. ....	97
4.1.3 Алгоритм розподілу вантажопотоків вантажовідправниками.....	98
4.1.4 Аналіз можливих причин перерозподілу вантажопотоків на мережі .....	102
4.1.5. Формалізація цілей вантажовідправників .....	105
4.2. Цінова гра перевізників.....	107
4.3 Розробка методів впливу на логістичних витрат при перевезенні транзитних вантажів .....	115
4.3.2 Маршрутизація перевезень .....	121
4.3.3 Перевезення по жорстких нитках графіку. ....	126
4.4 Висновки за розділом 4 .....	130
ВИСНОВКИ.....	132
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК .....	135
ДОДАТКИ.....	150
Додаток А Акти впровадження .....	151
Додаток Б Визначення частки завантаженого рейсу в знижках до інфраструктурної складової.....	156
Додаток В Порівняння правил формування тарифів при перевезенні масових вантажів (вугілля, руда) .....	176
Додаток Г Результати дослідження вагонопотоків у міжнародному сполученні.....	179
Додаток Д Розміри прийому і здачі вагонів на УЗ.....	185
Додаток Е Результати дослідження тривалості знаходження вагонів власності інших держав на території України .....	188

Додаток Ж Визначення затримки інвентарних піввагонів власності інших держав, пов'язаних з їх навантаженням у зворотному напрямку .....	196
Додаток З Результати проведення дробового факторного експерименту .	198
Додаток И Розподіл вантажопотоків при різних стратегіях гравців .....	203
Додаток К Прибуток гравців при різних стратегіях і об'ємах вантажопотоків .....	221

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АСК ВП УЗ-Є	автоматизована система керування вантажними перевезеннями на залізницях України-Єдина
БелГУТ	Білоруський державний університет транспорту
ВАТ «РЖД»	Відкрите акціонерне товариство «Російські залізниці»
ДНУЗТ	Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна
ЄС	Європейський Союз
ЄСР	Єдина сітьова розмітка
МТК	Міжнародні транспортні коридори
МТТ	Міжнародний транзитний тариф
ППВ	Правила користування вагонами у міжнародному сполученні
РФ	Російська Федерація
СМО	система масового обслуговування
СМГС	Угода про міжнародне вантажне сполучення
СМПС	Угода про міжнародне пасажирське сполучення
СНД	Співдружність Незалежних Держав
ПАТ «УЗ»	Публічне акціонерне товариство «Українські залізниці»

## ВСТУП

Україна має одне із найбільш вигідних розташувань у світі для виконання транзитних перевезень, тому що знаходиться на перетині основних напрямків слідування вантажів між Європейським Союзом (ЄС), Російською Федерацією, країнами Близького, Середнього та Дальнього Сходу і Південно-Східної Азії. Територією України пролягає 10 міжнародних залізничних транспортних коридорів, що забезпечує залізничному транспорту провідне місце у здійсненні транзитних перевезень вантажів. У зв'язку з цим експорт транспортних послуг є важливим елементом функціонування економіки України та джерелом надходжень до бюджету.

**Актуальність роботи.** Залізнична транспортна система України знаходиться у стані взаємодії та конкуренції з залізничними транспортними системами інших країн. Привабливість маршрутів вантажних перевезень територією України залежить як від величини тарифів на перевезення, так і від показників експлуатації засобів транспорту, що використовуються для їх забезпечення. Зараз оцінка ефективності транзитних перевезень здійснюється переважно на підставі кількісних показників, аналогічних показникам, що застосовуються у внутрішньому сполученні. Такий підхід дає можливість аналізувати динаміку транзитних перевезень, але не дозволяє оцінювати вплив різних факторів на привабливість залізничної мережі країни для перевезень окремих вантажів. У зв'язку з цим удосконалення методів оцінки експлуатації рухомого складу та елементів транспортної інфраструктури при виконанні транзитних перевезень вантажів у міжнародному сполученні є актуальною проблемою та має суттєве значення для залізничного транспорту України.

**Зв'язок теми з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконана відповідно до пріоритетних напрямків розвитку залізничної галузі, визначених у Транспортній стратегії України до 2020 року (розрапорядження Кабінету Міністрів України від 20.10.2010 № 2174-р), а також

пов'язана з науково-дослідними роботами, виконаними Дніпропетровським національним університетом залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна: «Розробка методів оцінки ефективності експлуатації на території України вагонних парків власності держав СНД і Балтії у сполученні з третіми країнами» (№ державної реєстрації 0110U000329); «Анализ действующего порядка и документооборота по учету времени нахождения грузовых вагонов на территории государств СНГ, Латвийской Республики, Литовской Республики и Эстонской Республики при передаче в третьи страны в соответствии с Правилами эксплуатации, пономерного учета и расчетов за пользование грузовыми вагонами собственности других государств и Правил пользования вагонами в международном сообщении (ППВ), разработка предложений по совершенствованию расчетов за пользование грузовыми вагонами» (№ державної реєстрації 0109U003740), «Формування підходів щодо покращення використання вантажних вагонів та оперативного управління просуванням вагонопотоків в міжнародних перевезеннях» (№ державної реєстрації 0115U002423), в яких автор дисертації є виконавцем та автором звітів.

**Мета і задачі дослідження.** Метою дослідження є підвищення конкурентоспроможності залізничного транспорту України при виконанні транзитних перевезень вантажів за рахунок впровадження удосконалених методів оцінки ефективності експлуатації залізничної інфраструктури та рухомого складу.

Поставлена мета досягається в результаті вирішення наступних **задач**:

- аналіз методів організації міжнародних перевезень та оцінювання ефективності функціонування залізничного транспорту України при їх виконанні;
- дослідження умов експлуатації інфраструктури залізниць та вантажних вагонів при виконанні міжнародних перевезень;
- розробка методів оцінки ефективності використання рухомого складу та технічних засобів прикордонних станцій при виконанні міжнародних пе-



ревезень, для створення автоматизованих систем керування вантажними перевезеннями на залізничному транспорті;

- дослідження факторів, що впливають на простой вагонів на прикордонних станціях в очікуванні їх передачі у треті країни;
- формалізація та вирішення задачі вибору стратегії транзитних залізниць для залучення вантажопотоків.

**Об'єктом дослідження** є процес експлуатації рухомого складу та інфраструктури залізничного транспорту при виконанні транзитних перевезень.

**Предмет дослідження** – взаємозв'язки параметрів залізничної інфраструктури та технології перевезень з показниками ефективності перевезень вантажів у міжнародному сполученні.

**Методи дослідження.** Постановка задач дослідження, вибір методів їх вирішення та аналіз результатів здійснено з використанням методів системного аналізу. Вирішення окремих задач дослідження здійснено з використанням наступних методів: реляційна алгебра та математична статистика для дослідження характеристик вагонопотоків, що слідують територією України; теорія графів для побудови математичної моделі процесу перевезень вантажів у міжнародному сполученні за участю транзитних залізничних адміністрацій; теорія ймовірностей, імітаційне моделювання, теорія скінченних автоматів, теорія графів для побудови математичної моделі слідування транзитних вагонопотоків територією України; імітаційне моделювання, методи планування факторних експериментів для дослідження факторів, що впливають на простой вагонів на прикордонних станціях в очікуванні їх передачі у треті країни; теорія організації експлуатаційної роботи залізниць, методи економіко-математичного моделювання, теорія ігор для формалізації задачі вибору стратегії залучення вантажопотоків транзитною залізницею та розробки методів її розв'язання.

**Наукова новизна** отриманих результатів полягає у вирішенні актуаль-

ного наукового завдання підвищення конкурентоспроможності залізничного транспорту України в системі міжнародних перевезень завдяки покращенню якості управлінських рішень на основі удосконалених методів оцінки ефективності використання інфраструктури та рухомого складу для перевезень:

1) вперше розроблено методи оцінки ефективності роботи у міжнародному сполученні рухомого складу та залізничних прикордонних переходів, які на основі даних автоматизованих систем управління дозволяють оцінювати показники вантажних перевезень за окремими маршрутами;

2) удосконалено математичну модель процесу перевезень вантажів у міжнародному сполученні за участю транзитних залізничних адміністрацій, яка, на відміну від існуючих, дозволяє враховувати відмінності в організації вагонопотоків на території різних залізничних адміністрацій;

3) удосконалено методи вибору вартості послуг транзитної залізничної адміністрації та маршрутної швидкості перевезень, які, на відміну від існуючих, дозволяють враховувати наявність різних цілей у окремих учасників перевізного процесу та оцінювати вплив якості послуг на вибір маршруту перевезення вантажів залізничним транспортом у міжнародному сполученні;

4) отримали дальший розвиток методи оцінки величини простоїв вагонів на прикордонних станціях внаслідок врахування умов їх передачі між різними залізничними адміністраціями та умов перевезень територією транзитних залізниць, що дозволяє удосконалити вимоги до визначення їх необхідного технічного забезпечення.

### **Практичне значення отриманих результатів:**

Практичне значення результатів роботи полягає у створенні методів та алгоритмів, які дозволяють отримувати достовірну техніко-експлуатаційну та техніко-економічну оцінку перевезень вантажів територією України, що необхідно для підвищення привабливості України як транзитної країни. Результати роботи використані: для оцінки конкурентоспроможності транспортного вузла ТІС по перевалці вантажів у змішаному залізнично-водному сполучен-

ні, для удосконалення роботи служби комерційної роботи та маркетингу Львівської залізниці, а також у навчальному процесі при підготовці спеціалістів та магістрів спеціальності «Організація перевезень та управління на залізничному транспорті» напряму «Транспортні технології» в Дніпропетровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. Відповідні акти впровадження результатів дослідження наведені у додатках до дисертації.

**Особистий внесок здобувача.** Всі наведені у роботі результати теоретичних та експериментальних досліджень, отримані автором самостійно. Стаття [1] опублікована без співавторів. У роботах, опублікованих у співавторстві, особистий внесок автора полягає у наступному: в статті [52] розглянуто питання організації перевезення масових вантажів у міжнародному сполученні за розкладом; в статті [58] виконано статистичний аналіз вагонопотоків залізничної сировини, що прямують на експорт для перевантаження на морський порт; в статті [29] досліджено питання організації руху територією України вагонів, що є власністю іноземних держав; в статті [51] виконано декомпозицію моделі перебування складу з транзитними вагонами в межах вузлових станцій транспортного коридору; в статті [98] розроблено методи оцінки ефективності міжнародних транзитних перевезень вантажів, запропонована методика розрахунку транзитних швидкостей на напрямках транзитних перевезень; у статті [49] виконано аналіз умов слідування транзитних вантажів у міжнародному сполученні методами реляційної алгебри; в статті [120] формалізовано задачу розподілу вантажопотоків на залізничних мережах в умовах, коли має місце конкуренція між окремими елементами мережі за вантажопотоки.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення дисертаційної роботи доповідалися та були схвалені: на 71, 73 та 74-й Міжнародних науково-практичних конференціях «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту» (Дніпропетровськ, ДНУЗТ, 2011, 2013, 2014 рр.); 8-й Між-

народній науково-практичній конференції «Проблеми економіки транспорту» (Дніпропетровськ, ДНУЗТ, 2009); 6-й Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем в умовах реформування залізничного транспорту: управління, економіка і технології» (Київ, ДЕТУТ, 2013 р.); 1-й, 2-й Міжнародній науково-практичній конференції «Интеграция Украины в международную транспортную систему» (Дніпропетровськ, ДНУЗТ, 2009–2010 рр.); 3-й Міжнародній науково-практичній конференції «Проблемы и перспективы развития транспортных систем и строительного комплекса» (Гомель, БелГУТ, 2013 р.); 1-й, 2-й Міжнародних науково-практичних конференціях «Перспективы взаимодействия железных дорог и промышленных предприятий» (Моршин, ДНУЗТ, 2012 р; Кострине, ДНУЗТ, 2013 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні проблеми розвитку інтелектуальних систем транспорту» (Дніпропетровськ, ДНУЗТ, 2014 р.). У повному обсязі дисертація доповідалась і була схвалена на міжкафедральному науковому семінарі у Дніпропетровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна (2016 р.).

**Публікації.** За результатами дисертації опубліковано 28 наукових публікацій, у тому числі: 2 наукові статті – у закордонних виданнях, одне з яких включено до наукометричної бази SCOPUS, 6 наукових статей – у фахових виданнях, які входять до переліку МОН України, 3 додаткові наукові статті, 16 тез доповідей на міжнародних наукових конференціях, 1 свідоцтво на реєстрацію авторського права на твір.

**Структура і обсяг роботи.** Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку використаної літератури і десяти додатків. Повний обсяг роботи – 224 сторінки; з них: основний текст викладено на 131 сторінках, що містять 32 рисунки та 46 таблиць; список використаних джерел складається з 120 найменувань, викладених на 15 сторінках.