

**Фоміна Валерія Олексіївна**, кафедра «Спеціалізовані комп'ютерні системи», Українська державна академія залізничного транспорту, пл. Фейєрбаха, 7, м. Харків, Україна, 61050

E-mail: [lerafofin@ukr.net](mailto:lerafofin@ukr.net)

**Бразник Андрій Анатолійович**, кафедра «Спеціалізовані комп'ютерні системи», Українська державна академія залізничного транспорту, пл. Фейєрбаха, 7, м. Харків, Україна, 61050

E-mail: [BrazhnikAA@gmail.com](mailto:BrazhnikAA@gmail.com)

УДК 656.073.235

DOI: 10.15587/2313-8416.2015.35896

## ТЕХНОЛОГІЇ І ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ КОМБІНОВАНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ ЗА ЧИННИКАМИ ГЛОБАЛЬНОЇ ЛОГІСТИКИ

© А. М. Котенко, А. В. Світлична, П. С. Шиласв

*Враховуючи основні задачі глобальної логістики була розроблена і представлена нова контрейлерна технологія, яка дозволяє виконувати вантажні операції (навантаження та розвантаження модулів на платформи різної висоти підлоги від рівня головок рейок) та перевантажувати модулі з платформ на платформу з різною величиною міжрейкової колії та різною висотою підлоги платформ. Наведена система диференціальних рівнянь Колмогорова і виконано моделювання комбінованих перевезень*

**Ключові слова:** контрейлерна технологія, комбіновані перевезення, глобальна логістика, диференціальні рівняння

*The new piggybacks technology has been developed and presented taking into account the problems of global logistics. The technology allows cargo operations (loading and unloading of modules on platforms of varying floor height above rail head level) and reload modules between platforms with different values and different ways between rails floor height platforms. The system of differential equations of Kolmogorov have been showed and modeling of combined transportation have been made*

**Keywords:** piggyback technology, combined transportation, global logistics, differential equations

### 1. Вступ

Одним з головних напрямків транспортної політики Європейського Союзу в останні роки став розвиток системи комбінованих (контрейлерних) перевезень вантажів, що передбачає на основі логістичних принципів роботу суцільних транспортних ланцюгів як єдиного «перевізного конвеєра». Міжнародна практика свідчить, що більше третини всіх міжнародних вантажних перевезень, здійснюваних за принципом «від дверей до дверей», виконуються за допомогою контейнерних поїздів. При виборі найбільш пріоритетних напрямків розвитку транспортної галузі уряди європейських країн надають особливого значення забезпеченню чистоти атмосфери, схоронності екології навколишнього середовища від шкідливих викидів, забезпеченню безпеки життєдіяльності людей.

### 2. Постановка проблеми

Контрейлерні перевезення – один з основних видів інтермодальних вантажоперевезень на сьогоднішній день. Такий вид перевезень сприяє розвитку глобальної логістики в Україні. Метою логістичного рішення у глобальній логістиці є оптимізація руху матеріально-інформаційно-фінансових потоків на підприємстві шляхом забезпечення ефективного управління виробництвом, транспортом, відносинами з логістичними центрами, митницею, використання інформаційних систем підтримки прийняття рішень та сучасних технологій. Саме глобальні логістичні підходи уможливають знаходити найефективніші шляхи і форми руху матеріальних ресурсів на світовому ринку, а також забезпечують глибоку інтеграцію економіки держави у

систему світогосподарських зв'язків. Вони включають комплекс послуг з доставки вантажів за допомогою автомобільного та залізничного транспорту (рис. 1).

Найбільш поширена схема здійснення таких перевезень передбачає закріплення автомобільних причепів, напівпричепів або цілого автопоїзда на залізничних платформах для подальшого транспортування. Велику частину шляху автомобільний транспорт знаходиться на залізничній платформі і тільки незначну долає «на колесах». Впровадження системи контрейлерних перевезень як підвищення ефективності логістичних схем – загальносвітова тенденція. В Європі планується до 2030 року переорієнтувати 30 % всіх існуючих автомобільних вантажопотоків на залізничний транспорт. А до 2050 року до 50 %.



Рис. 1. Маршрут вантажних модулів на залізничній платформі

Протягом 2013 року залізниці України перевезли 443601.5 тис. т. вантажів, що на 3.02 % менше, ніж у 2012 року. Тому стає необхідним вирішення питання

збільшення вантажоперевезень залізницею та підвищення конкурентоспроможності залізниць. Для залучення нових клієнтів необхідно створити вигідні умови для перевезення вантажів, а саме: прискорення доставки вантажів, виконання умов «точно в строк» та «від дверей до дверей», привабливі тарифи, екологічну безпеку та схоронність вантажів. Існуючі технології не можуть в повному обсязі задовольнити наведені вище умови, тому що більшість з них розроблена з технічними та кліматичними особливостями для залізниць Європи. На основі існуючих технологій виникає необхідність удосконалення їх та розробки нових технологій для використання на залізницях України та Європи.

### 3. Мета та задачі дослідження

Метою даної статті є створення нової контейнерної технології, яка враховує особливості прискореного переходу з колії 1520 мм на колію 1435 мм; побудова графів станів процесів перевезень вантажів за даною технологією; визначення ймовірностей станів системи перевезень за технологією, за допомогою формування системи диференційних рівнянь та їх вирішення.

### 4. Аналіз останніх досліджень

Питанням розвитку контейнерних перевезень присвячена велика кількість наукових робіт вітчизняних та закордонних науковців.

В роботі [1] виконано оцінку економічної ефективності застосування пропонованих конструкцій платформ для перевезення автопоїздів; обґрунтовано застосування в Російській Федерації нових методів перевантаження контейнерів з вагонів за системою «Катящее шоссе», але не вирішене питання переходу стиків з колії 1520 мм на колію 1435 мм.

В роботі [2] проведено аналіз технічних характеристик контейнерів і знімних кузовів, визначені технічні умови навантаження і кріплення автоприцепів-трейлерів, розміщення трейлерів на спеціалізованій платформі. Визначена собівартість контейнерних перевезень але не вирішується питання «мертвої ваги» – тари вантажного модуля, двох «класних» (пасажирських вагонів) для поїзду водіїв та іншого персоналу.

В роботі [3] автор зазначає, що відносини залізничного й автомобільного транспорту на ринку транспортних послуг можуть бути не обов'язково конкурентними. Таке стратегічне партнерство здійснюється за допомогою комбінованих, зокрема, контейнерних перевезень. При контейнерних перевезеннях оборотність контейнерного поїзда прискорюється а плата за контейнерне перевезення менша за перевезення автопоїздом у зв'язку з тим, що залізничні тарифи менші автомобільних.

Час проходження автопоїздів автошляхами з Іллічівська до Клайпеди складає 5–6 діб, у той час, коли перевезення залізничним транспортом складає 54 години з урахуванням проведення контролю й оформлення документів на прикордонних передаточних станціях.

### 5. Розробка нової технології та визначення ефективності використання комбінованих перевезень

Стан логістичної системи України є незадовільним, що підтверджують дослідження Всесвітнього банку. Згідно з якими по індексу логістичної ефективності Україна займає 102-е місце серед 155 країн. Оцінювання проводилось за наступними критеріями: ефективність процедур митного оформлення, інфраструктура транспортної логістики, доступність і легкість організації міжнародних поставок. У структурі вітчизняного логістичного ринку транспорт займає 89 %, управління ланцюгами поставок – 1 %, експедирування – 2 %, зберігання – 8 %. Тому актуальним стає питання розробки контейнерних технологій, які враховують критерії «від дверей до дверей», «точно в строк», які забезпечуватимуть зниження рівня логістичних витрат.

Рівень розвитку логістичного середовища суттєвим чином впливає на включеність країн світу в світове торгівельне середовище.

Для покращення процесу організації глобальної логістичної системи в Україні наведені основні чинники: потреба в зниженні логістичних витрат і поліпшенні логістичного сервісу; необхідність збільшення обсягу продажів за рахунок освоєння нових ринків, зокрема, за кордоном; поява міжнародних логістичних посередників з розвинутою глобальною інфраструктурою, новітніми технічними засобами й інформаційними технологіями; подальший розвиток процесів міжнародної торгівлі, дерегулювання транспорту, зменшення навантаження на екологію й імплементація інноваційних рішень в інфраструктуру глобальних логістичних систем (автоматизовані системи складування, глобальні інформаційні мережі (Інтернет, GPS)).

При створенні контейнерної технології були враховані критерії зазначені вище для розвитку глобальної логістики в Україні. Також нові контейнерні технології будуть сприяти розвитку глобальної логістики на Україні, що приведе країну до прискореної інтеграції в світову транспортну систему, оптимізації вантажопотоків в великих транспортних вузлах і загрузки залізничної і термінально-складської інфраструктури, зниження навантаження на ділянки автомагістралей.

Представлена контейнерна технологія, яка дозволяє виконувати вантажні операції (навантаження та розвантаження модулів на платформи різної висоти підлоги від рівня головок рейок) та перевантажувати модулі з платформи на платформу з різною величиною міжрейкової колії та різною висотою підлоги платформ. Технологія враховує особливості переходу стиків колій 1435 мм і 1520 мм. Спосіб пояснюється кресленням:

На рис. 2 – повертання платформи з автомобільним модулем і порожньої платформи на поворотних кругах, на рисунку 3 – подавання порожніх платформ під завантаження та завантажених під розвантаження.

На рисунках зазначено: 1 – платформа, 2 – вісь, 3 – механізм для пересування платформи у вертикальній площині, 4 – опорні поверхні, 5 – катки, 6–колія 1520 мм, 7 – гальмовий пристрій, 8 – механізм для повертання платформи, 9 – колія 1435 мм, 10 – поворотна рама, 11 – механізм забирання платформи з поворотного круга.

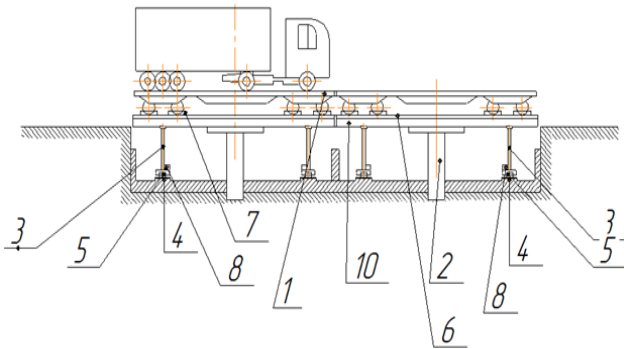


Рис. 2. Повертання платформи з автомобільним модулем і порожньої платформи на поворотних кругах

Прибулі вантажні модулі (причепи) на залізничних платформах 1 подають на колії розвантаження – навантаження та перевантаження. Після встановлення платформ 1 з вантажними модулями на поворотні рами 10, платформи 1 закріплюють гальмовими пристроями 7 та опускають механізмами 3 до рівня шляхового покриття. Після опускання платформ 1 механізмом повертання 8 повертають платформи 1 навколо вісі 2 на кут, який потрібен для з'їзду вантажних модулів із залізничних платформ 1. Після з'їзду вантажних модулів (причепів) розвантажені платформи 1 повертають у зворотному напрямку механізмом 8. Потім механізмом 3 піднімають їх до рівня головок рейок і знімають з гальмо-

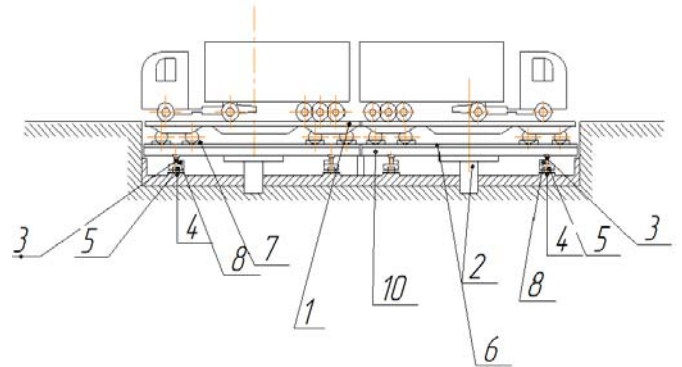


Рис. 3. Годавання порожніх платформ під завантаження та завантажених під розвантаження

Для оптимізації руху поїздів, навантажувально-розвантажувальних операцій побудовано граф станів та складені диференційні рівняння відповідно до графа стану (рис. 4). Передбачається проведення дослідження та продовження роботи в цьому напрямку.

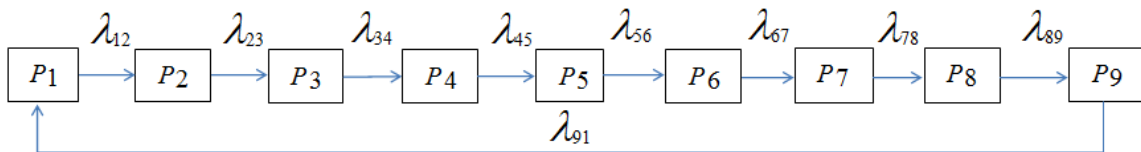


Рис. 4. Граф станів руху вантажного модуля на станціях перевантаження:  $P_1$  – подача на колію перевантаження вантажного модуля;  $P_2$  – встановлення платформи з вантажним модулем та порожньої платформи на поворотну раму;  $P_3$  – закріплення платформ гальмовими пристроями;  $P_4$  – повертання платформ у зустрічному напрямку;  $P_5$  – з'їзд вантажного модуля з платформи на порожню платформу;  $P_6$  – повертання платформ у зворотному напрямку;  $P_7$  – підняття платформ до рівня головок рейок;  $P_8$  – зняття платформ з гальмових пристроїв;  $P_9$  – переміщення платформ з поворотних кругів

Система диференційних рівнянь Колмогорова для графа (рис. 4)

$$\begin{cases}
 \frac{dP_1}{dt} = \lambda_{91}P_9 - \lambda_{12}P_1; \\
 \frac{dP_2}{dt} = \lambda_{12}P_1 - \lambda_{23}P_2; \\
 \frac{dP_3}{dt} = \lambda_{23}P_2 - \lambda_{34}P_3; \\
 \frac{dP_4}{dt} = \lambda_{34}P_3 - \lambda_{45}P_4; \\
 \frac{dP_5}{dt} = \lambda_{45}P_4 - \lambda_{56}P_5; \\
 \frac{dP_6}{dt} = \lambda_{56}P_5 - \lambda_{67}P_6; \\
 \frac{dP_7}{dt} = \lambda_{67}P_6 - \lambda_{78}P_7; \\
 \frac{dP_8}{dt} = \lambda_{78}P_7 - \lambda_{89}P_8; \\
 \frac{dP_9}{dt} = \lambda_{89}P_8 - \lambda_{91}P_9.
 \end{cases}
 \tag{1}$$

Нормувальна умова:

$$P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7 + P_8 + P_9 = 1. \tag{2}$$

Початкові умови:

$$t=0; P_1=1; P_2=P_3=P_4=P_5=P_6=P_7=P_8=P_9=0. \tag{3}$$

Вірогідність станів вантажного модуля на станціях перевантаження залежно від часу наведена на рис. 5.

Поява нових контрейлерних технологій сприяє розвитку глобальної логістики на Україні. Потенціал глобальної логістики має бути спрямований на виконання стратегічних цілей суб'єктів господарювання. Ці цілі конкретизуються в завданнях глобальної логістики: оптимізація функціонального циклу глобальної логістики (скорочення його тривалості за рахунок прискорення міжнародних перевезень, зменшення кількості посередницьких структур); розвиток логістичної інфраструктури в зовнішньоекономічному просторі; розвиток інформаційного забезпечення глобальних логістичних процесів. Тому доцільним буде побудова графу

станів переміщення комбінованого поїзда за принципами глобальної логістики (рис. 6).

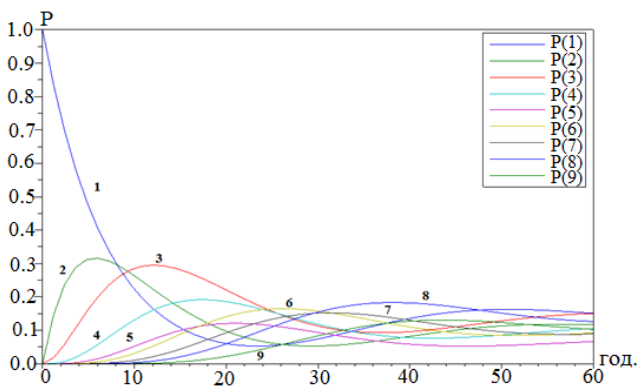


Рис. 5. Вірогідність станів вантажного модуля на станціях перевантаження залежно від часу

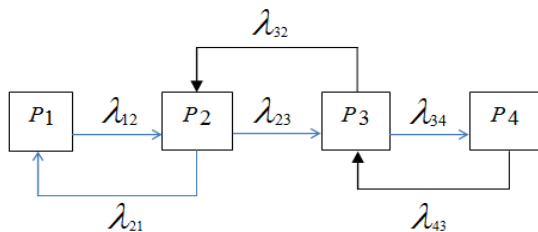


Рис. 6. Граф станів руху комбінованого поїзда за принципами глобальної логістики:  $P_1$  – вантажні операції у власників вантажів;  $P_2$  – прямування автошляхом до станції відправлення;  $P_3$  – прямування залізницею;  $P_4$  – перевантаження з залізниці однієї ширини колії на залізницю іншої ширини колії;  $\lambda_{12} \dots \lambda_{nk}$  – інтенсивності потоків переходу комбінованого поїзда зі стану в стан

Згідно графу станів запишемо систему диференціальних рівнянь:

$$\begin{cases} \frac{dP_1}{dt} = \lambda_{21}P_2 - \lambda_{12}P_1; \\ \frac{dP_2}{dt} = \lambda_{32}P_3 - (\lambda_{21} + \lambda_{23})P_2; \\ \frac{dP_3}{dt} = \lambda_{23}P_2 + \lambda_{43}P_4 - (\lambda_{32} + \lambda_{43})P_3; \\ \frac{dP_4}{dt} = \lambda_{34}P_3 - \lambda_{43}P_4. \end{cases} \quad (4)$$

Нормувальна умова:

$$P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 1. \quad (5)$$

Початкові умови

$$t=0; P_1=1; P_2=P_3=P_4=0. \quad (6)$$

Імовірність станів комбінованого потяга за принципами глобальної логістики наведена на рис. 7.

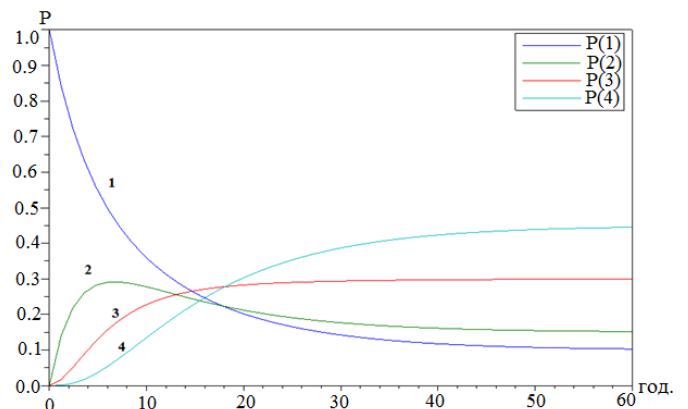


Рис. 7. Імовірність станів комбінованого потяга за принципами глобальної логістики

### 6. Висновки

Запропонована контрейлерна технологія буде сприяти розвитку глобальної логістики на Україні, що приведе країну до прискореної інтеграції в світову транспортну систему, оптимізації вантажопотоків в великих транспортних вузлах і загрузки залізничної і термінально-складської інфраструктури, зниження навантаження на ділянки автомагістралей. Розроблена нова контрейлерна технологія, яка сприяє швидкому переходу стиків колій 1435 мм і 1520 мм. Для визначення ефективності використання контрейлерних перевезень побудовані графи станів та вирішені диференціальні рівняння.

### Література

1. Кириллова, А. Г. Методология организации контейнерных и контрейлерных перевозок в мультимодальных автомобильно-железнодорожных сообщения [Текст]: автореф. дис. ... д-р техн. наук 05.22.01 / А. Г. Кириллова. – Москва, 2010. – 49 с.
2. Шапкин, А. С. Выбор технико-технологических параметров системы контрейлерных перевозок на железнодорожных направлениях сети [Текст]: автор. дис. ... канд. техн. наук : 05.22.08 / А. С. Шапкин. – Москва, 2004. – 151 с.
3. Огляд ринку логістики України [Електронний ресурс] / Режим доступа: <http://www.promdex.com/community/detail/1149.html>. — Назва з екрану.
4. Шилаєв, П. С. Підвищення ефективності процесу інтероперабельних перевезень вантажів на основі ресурсозберігаючих технологій [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.22.01 / П. С. Шилаєв. – Українська державна академія залізничного транспорту, 2012. – 20 с.
5. Котенко, А. М. Інтермодальні перевезення. Перспективи розвитку [Текст] / А. М. Котенко, П. С. Шилаєв // Зб. наук. праць. Харків УкрДАЗТ. – 2009. – Вип.54. – С. 31–36.
6. Транзитні перевезення вантажів [Електронний ресурс] / Режим доступа: [http://ukrstat.org/uk/operativ/operativ/2014/tz/tranz/tranz\\_u/tranz0214\\_u.htm](http://ukrstat.org/uk/operativ/operativ/2014/tz/tranz/tranz_u/tranz0214_u.htm)

### References

1. Kirillova, A. G. (2010). Metodologija organizacii kontejnernih i kontrejlernyh перевозок v mul'timodal'nyh avtomobil'no-zheleznodorozhnyh soobshhenija [ Methodology of the organization of container and piggyback in multimodal road-rail posts]. Moscow, 49. [in Russian]
2. Shapkin, A. S. (2004). Vybortehniko-tehnologicheskikh parametrov sistemy kontrejlernyh перевозок na zheleznodorozhnyh napravlenijah seti [Selection of technical and technological parameters of the system to piggyback rail network directions]. Moscow, 151.

3. Oglyad ry`nku logisty`ky` Ukrayiny` [Review of logistics market of Ukraine]. Available at: <http://www.promdex.com/community/detail/1149.html>

4. Shylayev, P. S. (2012). Pidvyshchennya efektyvnosti protsesu interoperabel'nykh perevezhen' vantazhiv na osnovi resursozberihayuchykh tekhnolohiy [Increase of the effectiveness of the process ynteroperabel'nykh transit freight traffic on the basis of resource-saving technologies]. Ukrainian State Academy of Railway Transport, 20.

5. Kotenko, A. M., Shylayev, P. S. (2009). Intermodal'ni perevezennya. Perspektyvy rozvytku [Intermodal transport. Prospects of development]. Collection of scientific papers. Kharkiv UkrDAZT, 54, 31–36.

6. Tranzitni perevezennja vantazhiv. Available at: [http://ukrstat.org/uk/operativ/operativ2014/tz/tranz/tranz\\_u/tranz0214\\_u.htm](http://ukrstat.org/uk/operativ/operativ2014/tz/tranz/tranz_u/tranz0214_u.htm)

Дата надходження рукопису 19.12.2014

**Котенко Анатолій Миколайович**, доктор технічних наук, професор, кафедра управління вантажною і комерційною роботою, Українська державна академія залізничного транспорту, майдан Фейєрбаха, 7, м. Харків, Україна, 61050

E-mail [dtmkot@mail.ru](mailto:dtmkot@mail.ru)

**Світлична Аліна Володимирівна**, аспірант, кафедра управління вантажною і комерційною роботою, Українська державна академія залізничного транспорту, майдан Фейєрбаха, 7, м. Харків, Україна, 61050

E-mail [svetli-alina@yandex.ru](mailto:svetli-alina@yandex.ru)

**Шилаєв Павло Сергійович**, кандидат технічних наук, кафедра управління вантажною і комерційною роботою, Українська державна академія залізничного транспорту, майдан Фейєрбаха, 7, м. Харків, Україна, 61050

E-mail [pauls87@yandex.ru](mailto:pauls87@yandex.ru)

УДК 656.073

DOI: 10.15587/2313-8416.2015.35904

## ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ВИДУ ТРАНСПОРТНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ

© А. М. Котенко, О. С. Крашенінін, О. О. Шапатіна

*У статті на основі положень теорії ігор обґрунтовується застосування комбінованих перевезень у міжнародних транспортних коридорах, що проходять територією України.*

*Основним показником при виборі виду транспорту є експлуатаційні витрати на перевезення. При цьому визначення ризиків, що виникають при обранні видів транспорту перевіряються за допомогою мінімакських критеріїв Байєса – Лапласа, Севіджа та Гурвіца*

**Ключові слова:** вид транспорту, комбіновані перевезення, транспортні коридори, теорія ігор, мінімакський критерій

*On the basis of the theory of games is justified by the use of combined transportation in international transport corridors passing through Ukraine.*

*The main parameter when choosing a mode of transport is operating and transportation costs. This definition of risk arising from the election of transport checked using minimax criteria of Bayes - Laplace, Savage and Hurwitz*

**Keywords:** mode of transport, combined transportation, transport corridors, theory of games, minimax criterion

### 1. Вступ

В сучасних умовах одним з напрямків підвищення ефективності залізничного транспорту є забезпечення його конкурентоспроможності, підвищення якості надання послуг та широке використання комбінованих перевезень. Виходячи з фактичного зниження обсягів перевезень та резервів потужностей залізничного транспорту, перспективи підвищення конкурентоспроможності залізниць пов'язані саме з розширенням впровадженням комбінованих перевезень.

**2. Постановка проблеми у загальному вигляді, її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями**

Розвиток комбінованих перевезень в багатьох країнах довів свою ефективність не тільки для транспортної галузі окремої країни, але й для розвитку та інтеграції всього європейського транспортного ринку. Це досягається за рахунок забезпечення швидкості до-

ставлення, збереження цілісності вантажу, високої якості послуг. Саме комбіновані перевезення спроможні надати позитивного імпульсу транспортному сектору України і підняти його на якісно високий рівень.

З десяти затверджених європейських міжнародних транспортних коридорів по території України проходять європейський коридор № 3, європейський коридор № 5, європейський коридор № 7, Дунайський (водний), європейський коридор № 9, а також Міжнародний транспортний коридор Гданськ-Одеса. Входження їх до міжнародної транспортної системи признано пріоритетним загальнодержавним напрямком розвитку транспортно-дорожнього комплексу України.

### 3. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Питаннями удосконалення змішаних, комбінованих, інтермодальних перевезень у міжнародних транспортних коридорах займалися такі вчені: Бутько Т. В., Дьомін Ю. В., Кірта Г. М., Котенко А. М., Ло-