

УДК 656.078.12

АПРОБАЦІЯ МОДЕЛІ ВИЗНАЧЕННЯ ЗОНИ ЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ КОНТРЕЙЛЕРНОГО СПОЛУЧЕННЯ ПРИ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ ВАНТАЖІВ

Гужевська Л.А., Денис О.В.

TESTING OF THE MODEL ZONE DEFINITION OF EFFECTIVE USE PIGGYBACK IN INTERNATIONAL TRANSPORTATION OF GOODS

Guzhevska L., Denys O.

В статті була проведена апробація розробленої моделі визначення ефективного використання контрейлерного сполучення. Було встановлено, що область ефективного використання контрейлерного сполучення має вигляд розгорнутої параболи. На розмір області впливають такі показники, як відстань доставки до залізничної станції, кут між напрямками контрейлерного маршруту та напрямком автомобільного перевезення та відстань доставки від терміналу. Утворена область ефективного застосування контрейлерного сполучення дає можливість вибору раціональної схеми доставки на основі лише тарифів на перевезення і дислокації вантажоодержувача та вантажовідправника. Для підтвердження життєздатності моделі був обраний маршрут, що входить в зону ефективного використання контрейлерного сполучення – Яготин (Україна) – Укмерге (Литва) та маршрут, що не входить в неї – Яготин (Україна) – Лудза (Латвія) та порівняно вартості здійснення перевезень за цими маршрутами. Результати отримані у роботі мають практичну цінність і можуть засовуватись перевізниками при виборі варіанту організації перевезення. Зручність користування даною моделлю має переваги над усіма раніше запропонованими перш за все, своєю наочністю та гнучкістю відносно зміни тарифів. Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – пошук оптимальної технології підтримки прийняття рішень вибору варіанту організації перевезень для різних умов дислокації учасників транспортного процесу.

Ключові слова: контрейлерні перевезення, вартість перевезення, автопоїзд, розміщення вантажовідправника і вантажоодержувача, рівноцінна відстань доставки.

Вступ. За останні роки у країнах Центральної та Східної Європи збільшився обсяг вантажних перевезень, які здійснюються комбінуванням декількох видів транспорту. Це пов'язано з підписанням міжнародних угод, спрощенням митних процедур для країн-учасниць даних угод та створенням відповідної нормативно-правової бази з питань відносно міжнародних змішаних перевезень. В країнах Євро-

пейського Союзу частка інтермодальних, а саме автомобільно-залізничних перевезень становить 11-17 % від загального обсягу перевезень вантажів.

Постановка проблеми. В Україні усі спроби в повній мірі використовувати даний вид перевезень, на жаль, зазнали фіаско. Причиною тому є недосконалена законодавча база та низький рівень мотивації перевізників. Хоча з іншого боку використання контрейлерного сполучення при міжнародних перевезеннях вантажів саме для України може вирішити ряд поточних проблем: проблему звантаженості автомобільних доріг, проблему обмеженої кількості дозволів на перевезення, у тому числі і транзитних, зменшення аварійності та порушень правил дорожнього руху, проблему перевезення великогазових та небезпечних вантажів, підвищення транзитного потенціалу країни з найменшими витратами.

Крім того, потенціал України у сфері контрейлерних перевезень дійсно досить великий – це напрямки руху, хоча можливості і обмежені колією 1520 мм, країни до яких можна здійснювати перевезення без зміни ширини колії досить перспективні: це Росія, Казахстан, Польща та країни Балтії. Тому визначення доцільності використання контрейлерних перевезень у міжнародному сполученні є перспективним практичним напрямком дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Контрейлерним перевезенням присвячено досить невелику частину наукових публікацій вітчизняних вчених, зокрема, їх в свої працях розглядали: Н.А. Нефедов [1], Т.В. Харченко, Н.В. Пономарьова, Л.Н. Матюшин, Б.Н. Стрекалов, Ю.О. Сілантьєва.

Котенко А.М. для визначення доцільності використання контрейлерного сполучення наводить досить абстрактні формули, побудову графу станів та диференціальних рівнянь, розрахунків яких занадто громіздкий для пересічного перевізника. [4] Автори Зінко Р.В. і Кірпа Г.М. визначають межу викорис-

тання контрейлерного сполучення, у межах до 1800–2000 км. залізничним транспортом при відстані перевезення автомобільним транспортом між пунктами відправлення і призначення до 50 кілометрів. Але якщо глянути на розглядувану проблему з іншого боку, то стає очевидним важливість дислокації вантажовідправника та вантажоодержувача, оскільки при різних варіантах розміщення останніх, визначена дослідниками відстань ефективного виконання контрейлерного перевезення стає не актуальною. В деяких працях є початки дослідження в даному напрямку, так наприклад, Зінько Р.В. пропонує графову модель контрейлерних перевезень, прораховує оптимальні умови їх ефективності для міжнародних перевезень залежно від геометрії задачі та швидкість перевезення. [5] Але лишаються невирішеною проблема відсутності комплексу математичних моделей в інтелектуальних системах підтримки прийняття рішень вибору варіанту організації перевезень для різних умов розміщення учасників транспортного процесу. Тому відзначаємо недостатність існуючих та необхідність розробки нових ефективних методів для проведення досліджень в цьому напрямку.

Метою роботи є розробка моделі визначення зони ефективного використання контрейлерного сполучення у порівнянні з прямими автомобільним сполученням.

Результати дослідження. Для визначення області ефективного використання контрейлерного сполучення слід визначити фактори, якими керуються перевізники. Вартісні показники, а точніше, вартість перевезення є одним із факторів, що дозволяє визначити переваги того чи іншого виду сполучення. Але при цьому важливу роль грає розміщення вантажовідправника та вантажовласника. Спробуємо створити графічну модель виконання перевезення. Це дозволить не тільки коректно представити вихідні дані, а і визначити рівноцінну відстань для автомобільного і контрейлерного сполучення.

Наведемо графічне зображення процесу перевезення та знаходження рівноцінної відстані доставки (рис.1).

А та В – залізничні термінали, між якими виконується перевезення на контрейлерних потягах. Розглянемо найпростіший випадок, коли В – термінал відправлення, який збігається із вантажовідправником тобто, відстань перевезення від вантажовідправника до терміналу настільки мала, що нею можна знехтувати. Кут α показує відхилення автомобільного маршруту від контрейлерного, тобто, вантажоотримувач знаходиться на промені g .

Доцільність використання одного з запропонованих видів сполучення можна визначити знайшовши рівноцінну відстань доставки для даного кута α , тобто відстань при якій витрати на перевезення для обох видів сполучення є рівними. Для визначення рівноцінної відстані доставки необхідно: на промені g відкласти точку С, із урахування що відрізок ВС – це максимально можлива відстань автомобільного

перевезення. Іншими словами, це максимальна відстань яку проїде автомобіль (автопоїзд) за ту ж суму, що сплачується при перевезенні автомобіля (автопоїзда) між точками А та В контрейлерним поїздом.

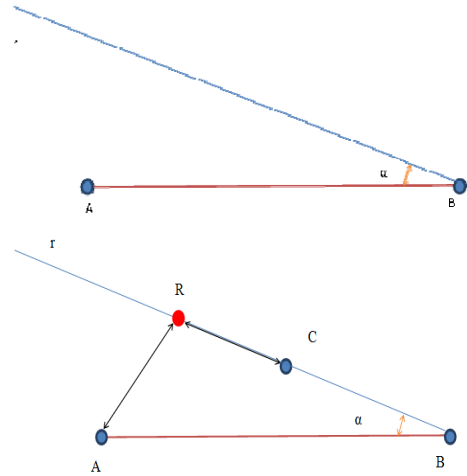


Рис. 1. Математичне зображення процесу перевезення та знаходження рівноцінної відстані доставки

Використовуючи загальну теорему косинусів знаходимо відрізок x для точок А та С, при цьому має виконуватись умова:

$$x = AR = RC$$

Знайдена точка R є точкою рівноцінної відстані для обох видів сполучення для променя g .

Якщо пункт призначення, що знаходиться на промені g , лежить на відрізку BR – доцільніше використовувати автомобільне сполучення, якщо ж пункт призначення знаходиться на промені g за точкою R, то – контрейлерне сполучення.

Для визначення області ефективного використання обраних видів сполучення необхідно знайти значення рівноцінної відстані доставки при різних значеннях кута α .

Для прикладу було розглянуто дві схеми доставки вантажу із використанням частини маршруту контрейлерного поїзда «Ярослав» за напрямком Київ (Україна) – Славкув (Польща):

Перевезення автомобільного ТЗ контрейлерним поїздом, з подальшим самостійним рухом АТЗ до місця призначення.

Самостійний рух АТЗ з пункту відправлення до пункту призначення.

Вихідні дані:

Відстань контрейлерного маршруту(АВ) – 800 км.;

Розрахунки проводиться для кутів $\alpha = 0^\circ, 5^\circ, 15^\circ, 30^\circ, 35^\circ$.

Використовуючи загальну теорему косинусів, знаходимо вираз для визначення рівноцінної відстані доставки вантажу:

$$x = \left(\frac{a[2k_2 \cos \alpha - k_2^2 - 1]}{2(1 - k_2 \cos \alpha)} \right) + \frac{a}{k_2}$$

Де: a - максимальна відстань яку проїде автомобіль (автопоїзд) за ту ж суму що сплачується при перевезенні автомобіля (автопоїзда) між точками А та В контрейлерним поїздом, і складає 435 км.;

k_1 – коефіцієнт, що дорівнює відношенню собівартості автомобільного та тарифу залізничного транспорту, чисельно дорівнює 1,86;

k_2 – коефіцієнт, що враховує нерівномірність вулично-дорожньої мережі, у розрахунках приймаємо 1,2;

α – кут між прямою, що з'єднує залізничні термінали, і прямою руху автомобільного транспорту.

Знаходимо значення рівноцінної відстані доставки вантажу для різних значень кутів α .

Графічне зображення розв'язку при різних значеннях кута α задачі наведено на рис. 2, де R_i – рівноцінні відстані доставки вантажу для обраних схем доставки при різних значеннях кута α . Крива $R_4 R_3 R_2 R_1 R_0 R_5 R_6 R_7 R_8$ визначає межі використання обраних схем доставки.

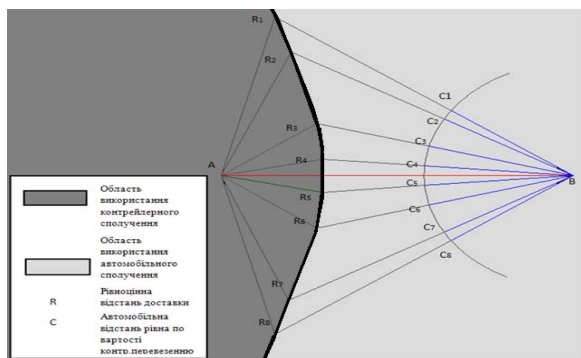


Рис. 2. Графічне зображення розв'язку задачі

Графічно область ефективного використання контрейлерного сполучення має вигляд розгорнутої параболи, вершина якої знаходиться на лінії контрейлерного маршруту.

Розглянемо та порівняємо два різних маршрути для перевезення транспортним засобом вантажу з Яготина (Україна) до Лудзи (Латвія) за часовими та вартісними показниками.

Перший маршрут (рис. 3) здійснюватиметься спочатку автомобільним транспортом (Яготин – Київ), потім контрейлерним (Київ (Україна) – Панярай (Литва)) і знову автомобільним (Панярай (Литва) – Лудза (Латвія)). Другий – тільки автомобільним. Зазначимо, що пункт призначення не входить в зону ефективного використання, тому очікуваний результат – має бути вигідніше використати пряме автомобільне сполучення.

Розглянемо маршрут «Яготин (Україна) – Лудза (Латвія)» при контрейлерному та автомобільному сполученні (рис. 3).

Вихідні дані для розрахунку за контрейлерним маршрутом: відстань під'їзду автомобільним транспортом до контрейлерного терміналу «Яготин - Київ» – 100 км; відстань напрямку «Київ- Панярай» – 800 км; відстань напрямку «Панярай - Лудза» - 294

км. Загальний час на подолання маршруту 4 доби 13 годин 50 хвилин.

Вихідні дані для розрахунку за автомобільним сполученням: відстань маршруту Яготин (Україна) – Лудза (Латвія) –889 км; швидкість управління автомобільним транспортним засобом – 65 км/год. Загальний час на подолання маршруту – 3 доби 20 годин 47 хвилин.

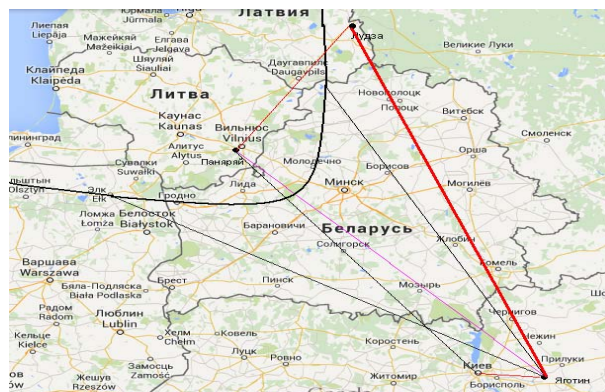


Рис. 3. Маршрут «Яготин (Україна) - Лудза (Латвія)» контрейлерним та автомобільним сполученням

Результати розрахунків занесені у таблицю 1.

Таблиця 1

Витрати на виконання рейсу за маршрутом «Яготин (Україна) – Лудза (Латвія)» у автомобільному сполученні

№ п/п	Статті витрат	Позначення	Витрати, у прямому автомобільному сполученні грн.	Витрати, з використанням контрейлера, грн
1.	Загальногосподарські витрати	$C_{3Г}$	3429,58	2872,07
2.	Загальні витрати на перевезення АТ	$C_{3АГМП}$	26293,43	22019,17
3.	Витрати на перевезення контрейлером	$C_{конт}$	-	8651,52
4.	Витрати по маршруту		26293,43	30670,69

Слід зазначити, що загальна вартість маршруту з використанням контрейлера складається з двох складових: автомобільної ділянки та контрейлерної, тому $8651,52+22019,17=30670,69$ грн.

Як видно з таблиці, вартість маршруту з використанням контрейлера більша, становить 30670,69 грн., за вартість автомобільного сполучення за маршрутом «Яготин (Україна) – Лудза (Латвія)» складає 26293,43 грн. що підтверджує життєздатність моделі, оскільки пункт призначення не входить в зону ефективного використання.

Тепер, проведемо розрахунок витрат на перевезення за маршрутом «Яготин (Україна)– Укмерге

(Литва)», де пункт призначення входить в параболу. На прикладі представленої моделі розрахуємо вартість перевезення за діючим у маршрутом «Яготин (Україна) – Укмерге (Литва)», що здійснюється автомобільним транспорт та порівняємо його з маршрутом, при якому використовується контрейлерне сполучення.

Розглянемо маршрут «Яготин (Україна) – Укмерге (Литва)» при контрейлерному та автомобільному сполученні (рис. 4).

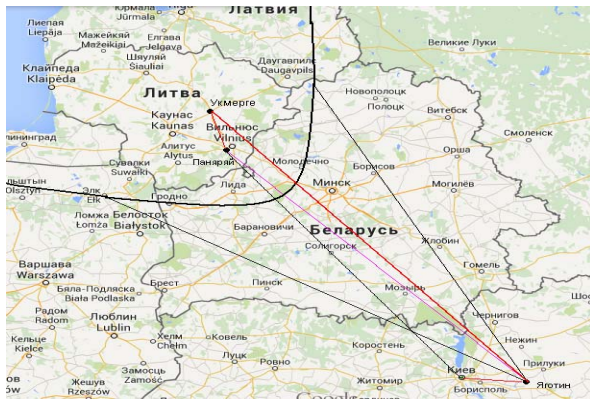


Рис. 4. Маршрут «Яготин (Україна) - Укмерге (Литва)» контрейлерним та автомобільним сполученням

Червоним кольором позначені відрізки автомобільного сполучення.

Вихідні дані для розрахунку за контрейлерним маршрутом: відстань під'їзду автомобільним транспортом до контрейлерного терміналу «Яготин – Київ» - 100 км; відстань напрямку «Київ- Панярй» – 800 км; відстань напрямку «Панярй - Укмерге» - 80 км; вартість перевезення за напрямком «Київ – Панярй» - 384 Доларів США. Розрахуємо час, потрачений на перевезення з урахуванням часу на завантаження та замитнення/розмитнення у країні відправлення та призначення, а також часу на митні формальності та виконання вимог ЄУТР. Загальний час на подолання маршруту – 4 доби 5 годин 38 хвилин.

Вихідні дані для розрахунку за автомобільним сполученням: відстань маршруту «Яготин (Україна)-Укмерге (Литва)» – 833 км; швидкість управління автомобільним транспортним засобом – 65 км/год. Загальний час на подолання маршруту – 4 доби 2 годин 50 хвилин. Порівняння витрат при виконанні маршруту з та без використання контрейлера наведена у табл. 2.

Слід зазначити, що загальна вартість маршруту з використанням контрейлера складається з двох складових: автомобільної ділянки та контрейлерної, тому 22416,98=13765,46+8651,52

Як видно з таблиці, вартість маршруту з використанням контрейлера менша, становить 22416,98грн., що підтверджує очікуване рішення, оскільки пункт призначення входить в зону ефективного використання.

Таблиця 2

Витрати на виконання рейсу за маршрутом «Яготин (Україна) – Укмерге (Литва)» у автомобільному сполученні, пункт призначення входить в параболу

№ п/п	Статті витрат	Позначення	Витрати у автомобільному сполученні грн.	Витрати з використанням контрейлера, грн
1.	Загальногосподарські витрати	$C_{зг}$	2971,47	1795,49
2.	Загальні витрати на перевезення АТ	$C_{ЗАГМП}$	22781,29	13765,46
3.	Витрати на перевезення контрейлером	$C_{конт}$	-	8651,52
4.	Вартість маршруту		22781,29	22416,98

Висновки. У роботі була розроблена модель ефективного використання контрейлерного сполучення. Для підтвердження життєздатності моделі був обраний маршрут, що входить в зону ефективного використання контрейлерного сполучення (Яготин (Україна) – Укмерге (Литва)) та маршрут, що не входить в неї (Яготин (Україна) – Лудза (Латвія)). Проведені розрахунки вказують на адекватність розробленої моделі та підтверджують її практичну спрямованість.

Л и т е р а т у р а

1. Нефедов Н.А., Харченко Т.В., Пономарева Н.В. Применение контрейлерных поездов при международных перевозках грузов // Сб. науч. трудов. – Харьков: ХНАДУ, 2003. – Вып. 21. – С.90-92
2. Кирпа Г.Н. Организация контрейлерных перевозок в Украине.-Днепропетровск: Арт-Пресс, 1998.-132 с.
3. Сілантьєва Юлія Олександрівна.. Підвищення ефтивноїсті контрейлерних перевезень: Дис. канд. техн. наук: 05.22.01 / Національний транспортний ун-т. — К., 2003. — 130арк. — Бібліогр.: арк. 112-121
4. Котенко А.М., Шевченко В.І., Шилає П.С. Математичне моделювання руху комбінованих поїздів// Збірник наукових праць УкрДАЗТ, 2010, вип. 113
5. Зінько Р.В., Маковейчук О.М., Ульященко В.Г. Графова інтерпретація задачі контрейлерних перевезень// НАУКОВИЙ ВІСНИК НЛТУ України : Збірник науково-технічних праць.–Львів : НЛТУ України. – 2007. – Вип. 17.4. – 300 с.
6. Кирпа Г.Н., Демин Ю.В. О возможных путях развития комбинированных перевозок грузов в Украине// Праці Західного наукового центру НАУ: Проектування, виробництво та експлуатація транспортних засобів і поїздів. – 1995, т. 2. – С. 64-66.
7. Матюшин Л.Н., Стрекалов Б.Н. Комбинированные перевозки – технология будущего // Вестник ВНИИЖТ. – 1998. – №3. – С.28-32.
8. Стецько А.А. Аналіз сучасних рішень для інтероперабельних та інтермодальних перевезень. Журнал «Екужт 2009 Проблемы экономики и управления на железнодорожном транспорте»

9. Куренков П.В., Котляренко А.Ф. Внешнеторговые перевозки в смешанном сообщении. Экономика. Логистика. Управление. – Самара: МПС, "Самарская ГАПС", 2002. – 628 с.
10. Шилаев П.С. Визначення доцільності моделювання контрейлерних перевезень. Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – Вип.112.

References

1. Nefedov N.A., Kharchenko T.V., Ponomareva N.V. Prymenenye kontreylernykh poezdov pry mezhdunarodnykh perevozkakh hruziv // Сб. науч. трудов. – Khar'kov: KHNADU, 2003. – Вып. 21. – S.90-92
2. Кирпа Н.Н. Орханьзатыа контрейлерных перевозок в Украйне.-Dnepropetrovsk: Art-Press, 1998.-132 s.
3. Silant'yeva Yuliya Oleksandrivna.. Pidvyschennya efektyvnosti kontreylernykh perevezen': Dys. kand. tekhn. nauk: 05.22.01 / Natsional'nyy transportnyy un-t. — K., 2003. — 130ark. — Bibliohr.: ark. 112-121
4. Kotenko A.M., Shevchenko V.I., Shylaye P.S. Matematychnye modelyuvannya rukhu kombinovanykh poyizdiv// Zbirnyk naukovykh prats' UkrDAZT, 2010, vyp. 113
5. Zin'ko R.V., Makoveychuk O.M., Ul'yashchenko V.H. Hrafova interpretatsiya zadachi kontreylernykh perevezen' NAUKOVYY VISNYK NLTU Ukrayiny : Zbirnyk naukovo-tekhnichnykh prats'.-L'viv : NLTUU Ukrayiny. – 2007. – Вып. 17.4. – 300 s.
6. Кирпа Н.Н., Демин Ю.В. О возможных путях развития комбинированных перевозок грузов в Украйне// Pratsi Zakhidnoho naukovoho tsentru TAU: Proektu-vannya, vyrobnytstvo ta ekspluatatsiya transportnykh zasobiv i poyizdiv. – 1995, t. 2. – S. 64-66.
7. Matyushyn L.N., Strekalov B.N. Kombinyrovannyye perevozky – tekhnolohyya budushcheho // Vestnyk VNYYZHT. – 1998. – №3. – S.28-32
8. Stets'ko A.A. Analiz suchasnykh rishen' dlya interoperabel'nykh ta intermodal'nykh perevezen'. Zhurnal «Ékuzht 2009 Problemy ékonomyky y upravlenyya na zheleznodorozhnom transporte»
9. Kurenkov P.V., Kotlyarenko A.F. Vneshnetorhovyie perevozky v smeshannom soobshchenyy. Ékonomyka. Lohystyka. Upravlenye. – Samara: MPS, "Samarskaya HAPS", 2002. – 628 s.
10. Shylayev P.S. Vyznachennya dotsil'nosti modelyuvannya kontreylernykh perevezen'. Zb. nauk. prats'. – Kharkiv: UkrDAZT, 2010. – Вып.112.

Гужевская Л.А., Денис Е.В. Апробация модели определения зоны эффективного использования контрейлерного сообщения при международных перевозках грузов

В статье была проведена апробация разработанной модели определения эффективного использования контрейлерного сообщения. Было установлено, что область эффективного использования контрейлерного сообщения выглядит развернутой параболы. На размер области влияют такие показатели, как расстояние доставки до железнодорожной станции, угол между направлениями контрейлерного маршрута и направлением автомобильной перевозки и расстояние доставки от терминала. Образованная область эффективного применения контрейлерно-

го сообщения дает возможность выбора рациональной схемы доставки на основе только тарифов на перевозки и дислокации грузополучателя и грузоотправителя. Для подтверждения жизнеспособности модели был выбран маршрут, входящий в зону эффективного использования контрейлерного сообщения - Яготин (Украина) - Укмерге (Литва) и маршрут, что не входит в нее - Яготин (Украина) - Лудза (Латвия) и было произведено сравнение стоимостей осуществления перевозок по этим маршрутам. Результаты получены в работе, имеют практическую ценность и могут использоваться перевозчиками при выборе варианта организации перевозки. Удобство пользования данной моделью имеет преимущества над всеми ранее предложенными, прежде всего, своей наглядностью и гибкостью относительно изменения тарифов. Прогнозные предположения о развитии объекта исследований – поиск оптимальной технологии поддержки принятия решений выбора варианта организации перевозки для различных условий дислокации участников транспортного процесса.

Ключевые слова: контрейлерные перевозки, стоимость перевозки, автопоезд, размещение грузоотправителя и грузополучателя, равноценна расстояние доставки.

Guzhevska L., Denys O. Testing of the model zone definition of effective use piggyback in international transportation of goods

In this paper, a model was developed determine the effective use of piggyback traffic. It was found that the area of effective use of piggyback takes the form of a parabola. On plaza of the area affect indicators such as delivery distance to the railway station, the angle between the directions piggyback route and direction of road transport and deliver distance from the terminal. Founded area effective application of piggyback enables to choose the rational scheme based only on delivery tariffs for the transportation and placing of the consignee and the consignor. To confirm the viability of the model was chosen a route that belong a zone effective use of piggyback – Yagotyn (Ukraine) - Ukmerge (Lithuania) and route that is not part of it – Yagotyn (Ukraine) - Ludza (Latvia) and comparison of the cost implementation traffic on these routes. The results obtained in the work have practical value and carriers can use to choose options for transportation. Projected assumptions about the object of study – search for the optimal technology support decision-making in selection options for traffic organization for different members of the transport process dislocation.

Keywords: piggyback transportation, cost of transportation, articulated lorry, placement of shipper and consignee, equivalent distance of delivery.

Гужевська Л.А. – к.т.н., доцент кафедри «Міжнародні перевезення та митний контроль» НТУ, e-mail: GLAmoge@i.ua.

Денис О.В. – асистент кафедри «Міжнародні перевезення та митний контроль» НТУ, e-mail: glen.b@list.ru.

Рецензент: д.т.н., проф. **Соколов В.І.**

Стаття подана 13.03.2016