УКД 656.213 DOI: https://doi.org/10.18664/1994-7852.164.2016.92624

УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПОЇЗДОПОТОКІВ У МЕЖАХ МІЖНАРОДНИХ ТРАНСПОРТНИХ КОРИДОРІВ

Канд. техн. наук Т. В. Головко, С. Е. Гусаров

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ПОЕЗДОПОТОКОВ В ПРЕДЕЛАХ МЕЖДУНАРОДНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ КОРИДОРОВ

Канд. техн. наук Т. В. Головко, С. Э. Гусаров

IMPROVEMENT OF TRAIN FLOW WITHIN INTERNATIONAL TRANSPORT CORRIDORS

Cand. of Eng. Sciences T. V. Golovko, S. E. Gusarov

У статті розглянуто питання щодо удосконалення організації поїздопотоків у межах міжнародних транспортних коридорів (МТК), а саме причини затримок їх на прикордонних передавальних станціях. Розроблено математичну модель просування міжнародних вагонопотоків по мережі залізниць України, структура якої включає цільову функцію - питомі експлуатаційні витрати на один вагон упродовж всього логістичного ланцюга та систему обмежень, яка визначає технічні, технологічні та нормативні умови. Прийнято рішення про впровадження інтерактивної комп'ютерної системи підтримки прийняття рішень, яка буде допомагати в покращенні процесу просування вагонопотоків в умовах функціонування МТК.

Ключові слова: *міжнародні транспортні коридори, прикордонні передавальні станції, система прийняття рішень.*

В статье рассмотрены вопросы совершенствования организации поездопотоков в рамках международных транспортных коридоров, а именно причины задержек их на пограничных передаточных станциях. Разработана математическая модель продвижения международных вагонопотоков по сети железных дорог Украины, структура которой включает целевую функцию - удельные эксплуатационные затраты на один вагон в течение всей логистической цепи и систему ограничений, которая определяет технические, технологические и нормативные условия. Принято решение о внедрении интерактивной компьютерной системы поддержки принятия решений, которая будет помогать в улучшении процесса продвижения вагонопотоков в условиях функционирования МТК.

Ключевые слова: *международные транспортные коридоры, пограничные передаточные станции, система принятия решений.*

The article deals with the issue of improving the organization of train flow within international transport corridors, namely causes of their delays at border transmission stations. Each delay in transmission of carriages at border stations leads to increased consumption of resources of all kinds. Most of them are connected to time-consuming, while others should be attributed to energy, industrial, human, informational and, above all, material resources.

The mathematical model of promoting international carriage traffic on the railway network of Ukraine, which structure includes the objective function - specific operating costs for each carriage

throughout the logistics chain and system constraints, which determines technical, technological and regulatory conditions.

The decision on the introduction of interactive computer decision support system that will help to improve carriage traffic promotion process under conditions of ITC. Creation of transport corridors and their entry into the international transport system considered a national priority direction of development of transport system in Ukraine.

Keywords: *international transport corridors, border transmission stations, decision-making system.*

Вступ. Україна пронизана потужними міжнародними транзитними й експортно-імпортними вантажопотоками. Найбільший серед них вантажопотік Захід – Схід, що з'єднує країни Європи з Росією та Закавказьким регіоном. Розташування України дозволяє їй виконувати роль своєрідного мосту для транзитних перевезень вантажів і пасажирів між європейськими країнами з країнами СНД з виходом на порти Чорного моря, країни Азії та Далекого Сходу.

Прибутки залізниці в значній мірі залежать від раціональної організації вагонопотоків у поїзди. За умов ринкових відносин залізниця повинна мінімізувати свої затрати, причому основним напрямком повинна бути раціональна організація роботи та удосконалення системи організації вагонопотоків. Постає питання більш раціонального використання технічного та інформаційного оснащення станцій для зменшення витрат часу та коштів. Сучасні інформаційні системи дозволяють охоплювати широкий спектр робіт, тому їх використання є доцільним.

Міжнародні транспортні коридори (МТК) України залишаються основними транспортними вантажними коридорами, навіть за умов зниження обсягів транзитних перевезень. Тому розвиток міжнародних транспортних коридорів на території України сприяє підвищенню ефективності українських зовнішньоторговельних перевезень і забезпеченню гарантії їх здійснення на основі міжнародних угод і домовленостей, зміцненню економічної безпеки країни, а також залученню на вітчизняні комунікації транзитних перевезень третіх країн і отриманню за рахунок цього додаткових валютних прибутків.

Аналіз попередніх досліджень. Умови міжнародних перевезень залізничним транспортом суттєво відрізняються від умов перевезень вантажів у внутрішньому сполученні. Вони являють собою складний процес, учасниками якого є вантажовідправники та вантажоодержувачі, експедитори, митні та прикордонні органи, залізничні адміністрації різних країн, оператори вагонного парку, сухі порти. Тому дослідженню удосконалення організації поїздопотоків у межах міжнародних транспортних коридорів останнім часом приділяється багато уваги в роботах М.І. Данька, Т.В. Бутько, Д.В. Ломотька, О.А. Малахової та інших вчених [3,4,5,12,13]. Удосконаленню міжнародних залізничних перевезень та максимізації прибутку у транспортних коридорах присвячені статті закордонних авторів Jöm Pachl, William H.K. Lam, S.C. Wong [1,2].

Визначення мети та задачі дослідження. Розвиток економіки України, інтеграція залізниць України до загальноєвропейської транспортної системи в умовах зростання обсягів перевезень, зростання попиту на транспортні послуги загострюють проблему задоволення потреб економіки у повному та якісному забезпеченні перевезеннями, вимагають підвищення ефективності роботи транспорту, зокрема залізничного.

Тому збільшення конкуренції на ринку транспортних послуг вимагає від залізниць України, щоб вони працювали у злагодженому синхронному режимі з

більшою відповідальністю щодо дотримання графіків роботи та безпеки руху. Все це поступово і неухильно змушуватиме залізничний транспорт працювати на належному рівні, у тому числі й при обслуговуванні міжнародних транспортних коридорів.

Основна частина дослідження. Створення транспортних коридорів та входження їх до міжнародної транспортної системи визнано пріоритетним загальнодержавним напрямом розвитку транспортно-дорожнього комплексу України [10].

Але існує ряд перешкод для ефективного транзитного переміщення поїздів. У першу чергу, це стосується невідповідності показників транзитних перевезень в Україні міжнародним вимогам відносно швидкості, цілісності вантажів, неперервності, тарифів і цін на послуги.

Це відбувається здебільшого через низькі темпи розвитку внутрішньо-державної системи транзитних перевезень, недостатній розвиток мережі шляхів прямування, віднесених до міжнародних транспортних коридорів, низькі швидкості просування транзитних поїздів та значні затримки міжнародних составів на прикордонних передавальних станціях у процесі реалізації технології передавання составів за кордон. Це призводить до значних збільшень строків доставки вантажів та затягування процесів просування транзитних міжнародних поїздів залізницями України, що поступово формує негативний імідж залізниць України та їх транзитного потенціалу [11].

Ефективність організації міжнародних перевезень вантажів значно залежить від злагодженої організації роботи прикордонної передавальної станції (ППС).

Специфіка функціонування сучасних ППС полягає в тому, що більшість із них було створено на базі сортувальних або дільничних станцій, найбільш близьких до кордонів. До набуття станціями статусу прикордонних обробка поїзних документів та передача інформації проходила паралельно із технічним та комерційним оглядом і не перевищувала норм часу на виконання технічних операцій. Але, після появи відповідних додаткових контролюючих служб, на ППС при обробці вантажопотоку у міждержавному сполученні багато часу займає саме оформлення вантажів та передача поїзної інформації між державами, що тягне за собою збільшення простоїв вагонів. Для виконання комплексу митних, прикордонних та інших операцій технічне оснащення і технологія роботи прикордонних передавальних станцій потребує суттєвих змін [7,8].

Основні причини затримок вагонів, що є найбільш поширеними та характерними для всіх ППС ДН-2 (див. рисунок):

1) митний огляд;
2) митне оформлення;
3) відсутність електронного повідомлення митниці відправлення;
4) технічна або комерційна несправність вагона;
5) розбіжність інформації у товарно-транспортній накладній (ТТН) і вантажній митній декларації (ВМД);
6) затримання суміжними службами (прикордонною, фітосанітарною, ветеринарною або санітарно-карантинною);
7) затримання службою екологічного та радіаційного контролю;
8) неправильно оформлені документи;
9) закриття або відсутність коду експедитора;
10) порушення маршруту прямування;
11) відсутність інформації в центральній базі даних;
12) відсутність рахунку-фактури.

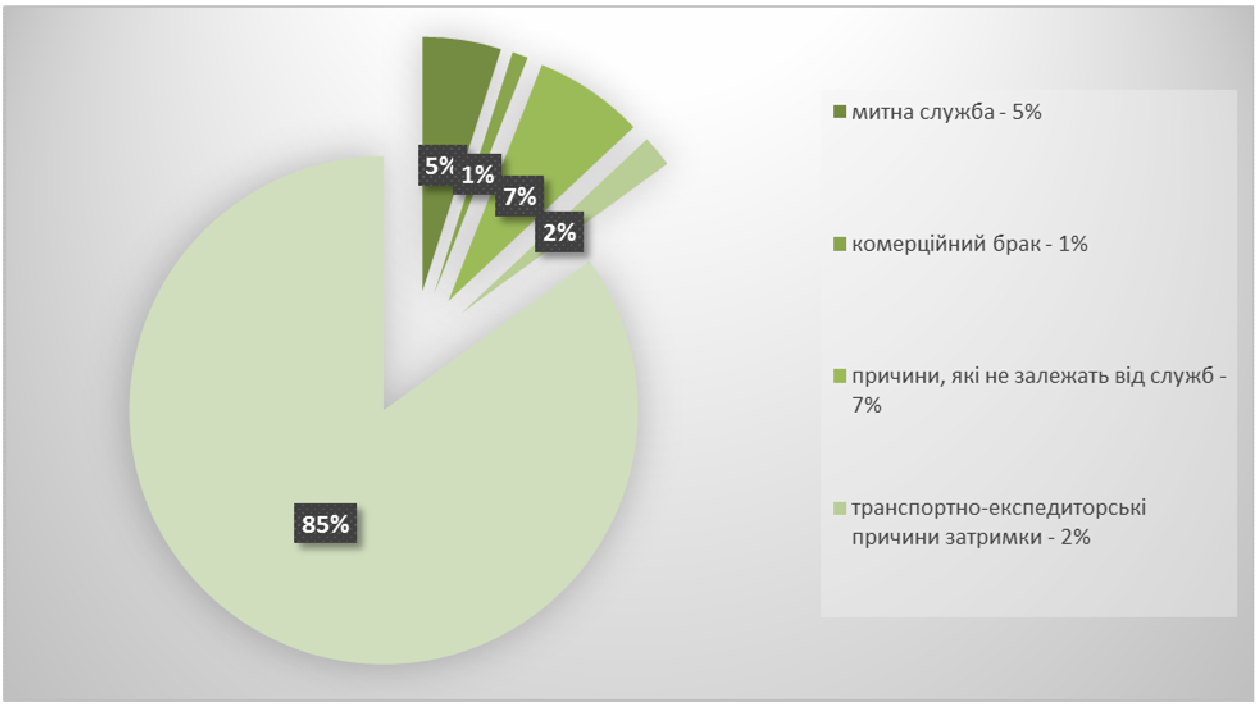

Рис. Аналіз причини затримок вагонів на прикордонних станціях

При виконанні операцій, які здійснюються на прикордонних передавальних станціях, можливі затримки вагонів з таких причин:

- збільшення тривалості митних та прикордонних операцій;
- неякісне оформлення перевізних документів;
- технічні та комерційні несправності вагонів;
- відчеплення вагонів, затриманих прикордонними, митними, санітарно-карантинними, ветеринарними та іншими органами;
- тимчасове закриття кордону;
- непрофесійність роботи прикордонних та митних служб.

Кожна затримка вагонів на прикордонних передавальних станціях призводить до збільшення витрат ресурсів всіх видів. Більшість із них пов'язана з витратами часу, інші слід віднести до паливно-енергетичних, виробничих, людських, інформаційних та, передусім, матеріальних ресурсів.

Оснащення передавальних станцій повинно забезпечити виконання такого [8,9]:

- погодження сторонами розмірів руху;
- операцій з приймання, відправлення, розформування та формування поїздів;
- операцій, пов'язаних з технічним та комерційним оглядом (ТО та КО) поїздів, прикордонним, митним, екологічним, ветеринарним та іншими видами державного контролю.

Якщо за своїм технічним оснащенням ППС не може виконати зазначені обсяги і види робіт, важливо передати частину роботи на менш завантажену сортувальну станцію суміжної сторони та удосконалити її роботу задля скорочення витрат ресурсів всіх видів та пришвидшення просування вагонопотоків міжнародного слідування.

Через складність взаємозв'язків усіх підрозділів залізничного транспорту між собою практично неможливо оцінити простої в очікуванні здачі поїздів у інші

країни. Тому необхідно розробити математичну модель просування міжнародних вагонопотоків по мережі залізниць України, структура якої включає цільову функцію – питомі експлуатаційні витрати на один вагон упродовж всього логістичного ланцюга та систему обмежень, яка визначає технічні, технологічні та нормативні умови.

У неявному вигляді цільова функція являє сумарні питомі експлуатаційні витрати, що припадають на один поїзд міжнародного сполучення, і може бути подана у такому вигляді (1):

$$C_I(m) = \sum_{i=1}^{7} C_i(m) \to \min, \qquad (1)$$

де C_1 – питомі витрати, що припадають на формування поїзда міжнародного сполучення, грн;

C_2 – питомі витрати, що припадають на просування поїзда міжнародного сполучення від станції формування до сортувальної станції, грн;

C_3 – питомі витрати, пов'язані з простоєм поїзда під технічними операціями на сортувальній станції, грн;

C_4 – питомі витрати, пов'язані з простоєм поїзда під очікуванням нитки ГР, грн;

C_5 – питомі витрати, пов'язані зі слідуванням поїзда з сортувальної станції на прикордонну передавальну станцію, грн;

C_6 – питомі витрати, що пов'язані з простоєм поїзда на ППС, грн;

C_7 – питомі витрати на просування поїзда від ППС до прикордонної станції суміжної держави.

Таким чином, в результаті виключення одного із елементів цільової функції, а саме питомі витрати ,що припадають на очікування нитки графіка руху міжнародним поїздом, сукупні питомі витрати можуть зменшитися як для транзитних, так і для міжнародних поїздів.

Також очевидно, що на величину кожної складової C_i впливає значна кількість незалежних параметрів, які важко адекватно визначити стандартними математичними методами, тому в такій постановці задачу визначення мінімальних експлуатаційних витрат при забезпеченні стійкого просування поїзда міжнародного сполучення доцільно віднести до слабко-структурованих і вирішувати відповідними методами.

В умовах підходу до станцій одночасно можуть знаходитись декілька поїздів, причому вибір пріоритетного пропуску залежить від декількох факторів, які безпосередньо впливають на умови пропуску.

Для формалізації процедури планування роботи вихідні дані подамо у вигляді матриць: X – вектор-матриця, яка містить інформацію про порядок пропуску поїзда; N – матриця, яка містить повну інформацію про поїзд: номер поїзда, його тип та час очікування до відведеної нитки графіка даному поїзду; Q – матриця, яка містить інформацію про витрати на простій поїздів: тип поїзда, час простою на станціях під обробкою та витрати на простій.

Цільову функцію моделі у явному вигляді можна подати як

$$C = \sum_{i=2}^{k} \left(Q_{N_{x_i,2},3} \cdot \sum_{j=1}^{i-2} Q_{N_{x_{i-1,2}},2} \right) \Rightarrow \min, \qquad (2)$$

де k – кількість поїздів, які знаходяться на підході до станцій;

i – параметр цикла.

Обмеження, які пов'язані із часом очікування нитки графіка (3),

$$\sum_{i=1}^{n} Q_{N_{x_i,2}2} \le N_{n,3}, \quad \text{де n=1...k.} \qquad (3)$$

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Проаналізувавши усі причини затримок поїздів міжнародного сполучення та питомі витрати на шляху їх прямування, можна зробити висновок, що вплинути на час просування поїзда міжнародного значення можна шляхом впровадження системи підтримки прийняття рішень на автоматизовані робочі місця відповідних оперативних працівників. СППР буде обирати найбільш раціональний спосіб пропуску міжнародних поїздів на залізничному полігоні.

Список використаних джерел

1. Design of a rail transit line for profit maximization in a linear transportation corridor [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1366554511000627.
2. Enhancing international rail transportation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210970614000535.
3. Бутько, Т. В. Нечітка логіка в ситуаційних моделях на залізничному транспорті [Текст] / Т.В. Бутько, О.В. Лаврухін, О.П. Бочаров // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2005. – Вип. 66. – С. 5-10.
4. Бутько, Т. В. Принципи створення систем підтримки прийняття рішень на залізничному транспорті [Текст] / Т.В. Бутько, О.В. Лаврухін // Зб. наук. праць. – Донецьк: ДонІЗТ, 2005. – Вип. 2. – С. 5-12.
5. Ломотько, Д. В. Формування транспортного процесу залізниць України на базі логістичних принципів [Текст] : дис… д-ра техн. наук: 05.22.01 – «Транспортні системи» / Д.В. Ломотько; МОН України, Українська державна академія залізничного транспорту. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – 189 с.
6. Бідюк, П. І. Проектування комп’ютерних інформаційних систем підтримки прийняття рішень [Текст]: навч. посібник / П.І. Бідюк, Л.О. Коршевнюк. – К.: ННК „ІПСА” НТУУ „КПІ”, 2010. – 13 с.
7. Класифікація та структура інформаційних систем [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://bankreferatov.com.ua/referat/nformatika/1_object36361.html .
8. Технологічний процес роботи Харківської дирекції Південної залізниці [Текст] : технічна документація. – 2011. – 364 с.
9. Умови руху та порядок обслуговування поїздів на прикордонних станціях від 05.06.2011 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://poizd.uz.ua/58-umovi-ruxu-ta-poryadok-obslugovuvannya-poyizdiv-na-prikordonnix-stanciyax.html .
10. Мережа міжнародних транспортних коридорів на території України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://mtu.gov.ua/en/show/transports.html .
11. Укрзалізниця: вантажопотік міжнародними транспортними коридорами України за 8 місяців поточного року збільшився на 2% від 16.09.2013 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.mtu.gov.ua/en/news/36717.html .
12. Долгополов, П. В. Удосконалення диспетчерського керівництва дільниці на основі прогнозного моделювання перевізного процесу [Текст] / П.В. Долгополов, Т.В. Головко, Т.В. Галишинець, [та ін.] // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2014. – Вип. 146. – С. 61-65.
13. Калашнікова, Т. Ю. Удосконалення інформаційно-керуючої системи залізниць в умовах інтероперабельності [Текст] / Т.Ю. Калашнікова, Є.Д. Кіценко // Вісник

національного технічного університету «ХПІ». Сер. Механіко-технологічні системи та комплекси. – 2016. – Вип. 49. – С. 36-39.

Головко Тетяна Владиславівна, канд. техн. наук, доцент кафедри управління експлуатаційною роботою Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057)730-10-88.
E-mail: tishatares@gmail.com.
Гусаров Сергій Едуардович, магістрант, Український державний університет залізничного транспорту.
Тел.: (050)850-26-74. E-mail: sergeigussrov@gmail.com.

Golovko Tatiana, Candidate of Engineering Sciences of the Department of operational work, Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057)730-10-88. E-mail: tishatares@gmail.com.
Husarov Serhiy, Master's Degree student, Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (050)850-26-74.
E-mail: sergeigussrov@gmail.com.

Стаття прийнята 23.09.2016 р.