

УДК 656.21.001.57

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ ПРИКОРДОННОГО ВУЗЛА В УМОВАХ ФУНКЦІОНУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧИХ СИСТЕМ ЗАЛІЗНИЦЬ УКРАЇНИ**

Кандидати техн. наук І. В. Берестов, В. В. Кулешов, старш. викл. Т. Т. Берестова

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ПОГРАНИЧНОГО УЗЛА В УСЛОВИЯХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ УКРАИНЫ**

Кандидаты техн. наук И. В. Берестов, В. В. Кулешов, старш. преп. Т. Т. Берестова

**INCREASING THE EFFICIENCY OF THE TRANSPORT SYSTEM OF THE BORDER NODE IN THE CONDITIONS OF FUNCTIONING OF THE INFORMATION AND SECURITY SYSTEMS OF RAILWAYS OF UKRAINE**

Ph.D. Candidate of Technical Sciences I. Berestov, V. Kuleshov, senior lecturer T. Berestova

*Виконаний аналіз кількості затриманих вагонів з експортними, імпортними та транзитними вантажами, основних причин затримки вагонів на прикордонних передавальних станціях Регіональної філії «Південна залізниця» ПАТ «Укрзалізниця» за 2015-2016 рр. Розглянуті варіанти покращення взаємодії структурних підрозділів, державних органів контролю на прикордонних передавальних станціях залізничного транспорту. Наведена схема інформаційно-керуючої системи взаємодії в умовах різних компаній-власників рухомого складу. Модель діяльності передавальної станції можна описати ланцюгом Маркова зі зворотною траєкторією з кінцевим часом та трьома станами.*

**Ключові слова:** вагон, власник, кордон, оператор, підрозділ, перевезення, станція, система, філія.

*Выполнен анализ количества задержанных вагонов с экспортными, импортными и транзитными грузами, основных причин задержки вагонов на пограничных передаточных станциях Регионального филиала «Южная железная дорога» ПАО «Укрзалізниця» за 2015-2016 гг. Рассмотрены варианты улучшения взаимодействия структурных подразделений, государственных органов контроля на пограничных передающих станциях железнодорожного транспорта. Приведена схема информационно-управляющей системы взаимодействия в условиях разных компаний-владельцев подвижного состава. Модель деятельности передаточной станции возможно описать цепью Маркова с возвратной траекторией с конечным временем и тремя состояниями.*

**Ключевые слова:** вагон, владелец, граница, оператор, подразделение, перевозка, станция, система, филиал.

*In the article there is an analysis of the number of detained cars with export, import and transit cargoes. The main reasons for the delays in the wagons at the border stations of the Southern Railway regional branch of PJSC "Ukrzaliznytsia" were considered for the period from 2015 to 2016. Options for improving the interaction of structural units are considered for the work of state control bodies at border stations of Ukraine's railway transport.*

*The scheme of information and control system of interaction in the conditions of different companies-owners of rolling stock is given in the work. The model of the transfer station can be described by a Markov chain with a return path with a finite time and three states.*

*Interaction with the nearby areas can be characterized by the total income from freight transportation for the structural division. The system of transfer of wagons across the border under a unified system for managing the railroad transport system should ultimately lead to the creation of a coordinated system for the exchange of information between shippers, recipients, stations, border control, customs authorities of state control, owners of goods, wagons, and so on.*

**Keywords:** wagon, border, operator, owner, unit, transportation, station, system, branch.

**Вступ.** Транспортний комплекс є сукупністю транспортних систем різних видів транспорту, які постійно розвиваються, а їх технічна і технологічна складові постійно ускладнюються. Для забезпечення виконання складних завдань, поставлених перед залізничним транспортом України, необхідно в економічному розвитку дотримуватися відповідних пропорцій [1, 2].

У нинішніх умовах для удосконалення організаційно-технологічної моделі [7] перевезення вантажів ефективним є комплексний розвиток і взаємодія всіх видів транспорту, які повинні працювати в оптимальному режимі. Для забезпечення такого режиму і отримання максимальної економічної ефективності організацію перевезень вантажів необхідно здійснювати на підставі результатів розрахунків раціонального технічного оснащення і технології для різних видів транспорту в загальній їх системі взаємодії.

Пропорційність розвитку повинна відбуватись в єдиній транспортній системі, що означає перехід до нового, більш досконалого етапу розвитку складових частин транспорту (видів транспорту). Необхідно враховувати попит в кожному регіоні держави на окремі види транспорту.

Світовий досвід показує [1-5], що узгоджений і пропорційний розвиток всіх видів транспорту повинен здійснюватись з урахуванням необхідності інтеграції транспортної системи України до Європейської і світової системи. Для здійснення такої інтеграції необхідно враховувати світові тенденції та визнані за кордоном різноманітні стандарти розвитку

технічних засобів транспорту [6, 7], узгоджені технологічні процеси прикордонних переходів, сучасні способи підвищення ефективності використання рухомого складу, забезпечувати злагоджену роботу передавальних станцій транспортної системи залізниць України.

При аналізі показників роботи ПАТ «Укрзалізниця», обігу та простою вагонів в порівняльному періоді січень-вересень 2017 р. до січня-вересня 2016 р. спостерігаються негативні відхилення в частині збільшення простою вагонів на одній технічній станції (збільшився на 11,2 % до вересня минулого року), збільшення простою вагонів під однією вантажною операцією (збільшився на 5,5 % до вересня минулого року), що відповідно вплинуло на сповільнення обігу вантажного вагона (сповільнився на 11,7 % до вересня минулого року) та обігу навантаженого вагона (сповільнився на 8,0 % до вересня минулого року).

Оскільки на міжнародні перевезення (транзитні та експортно-імпортні) припадала значна частка вантажопотоку Регіональної філії (РФ) «Південна залізниця», а обсяги транзитних перевезень вантажів зменшилися на 14,5 %, то залізниця систематично недоотримує доходи.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У нормативних документах [1, 2] при організації перевезень докладно не враховані питання удосконалення інформаційно-керуючих систем передавальних станцій транспортної системи залізниць України в умовах зміни обсягів і структури перевезень. В роботах [3, 4] запропоновані моделі взаємодії

інфраструктури залізничної адміністрації (ЗА) та операторських компаній-власників рухомого складу (ОК), але не враховують питання розробки єдиного технологічного процесу ЗА та ОК. В роботах [5-8] імітаційна модель роботи прикордонної передавальної станції (ППС) не враховує обробку вагонних парків різних операторських компаній. В дослідженнях [9-11] були розглянуті сучасні підходи організаційно-технологічної моделі керування парком вантажних вагонів різної форми власності, але при організації перевезень не враховані розвинені інформаційні технології, за допомогою яких можливе вдосконалювання надання залізничних послуг, особливо в міжнародних перевезеннях залізницями України. В дослідженні [12] розроблені лінійні регресійні моделі для прогнозування майбутнього річного обсягу перевезень та транспортного потоку, пропонується розділення норм пасажиро- і вантажопотоків по різних типах конструкції транспортного засобу. В роботі [13] запропонований метод підвищення надійності залізничних великих станцій з урахуванням маршруту, розкладу і платформ, оцінені зміни та неприпустимі рішення. Незважаючи на великий обсяг різних підходів потребують розв'язання питання удосконалення інформаційно-керуючих систем передавальних станцій транспортної системи залізниць України.

**Визначення мети та задачі дослідження.** Мета дослідження – підвищення ефективності транспортної системи прикордонного вузла в умовах функціонування інформаційно-керуючих систем залізниць України. Реалізація цієї мети можлива при постановці і вирішенні таких завдань: аналіз кількості та основних причин затримки вагонів на прикордонних передавальних станціях; аналіз варіантів покращення взаємодії структурних підрозділів, державних органів контролю на прикордонних передавальних станціях; визначення моделі діяльності прикордонної передавальної станції.

**Основна частина дослідження.** За 2016 р. на прикордонних передавальних станціях РФ «Південна залізниця» ПАТ «Укрзалізниця» (надалі – регіональної філії) було затримано 32483 вагони. У порівнянні із 2015 р. даний показник збільшився на 21 %. Середньодобовий простій затриманих вагонів складав 1,8 доб (2015 р. – 1,88 доб). Аналіз динаміки затримки вагонів на прикордонних передавальних станціях (ППС) регіональної філії за 2015-2016 рр. з розбивкою по місяцях наведений на рис. 1. За 2016 р. було затримано, у тому числі по станціях: Куп'янськ-Сорт. – 30874 вагони у порівнянні із 2015 р. більше на 26 %; Харків-Сорт. – 1609 вагонів, менше на 32 %.

Аналіз кількості затриманих вагонів на ППС регіональної філії за видами сполучення за 2015-2016 рр. наведений на рис. 2. В 2016 р. вагони з імпортованими вантажами становлять 40 % від загальної кількості затриманих вагонів, із транзитними – 32 %, з експортними – 28 %.

У відсотковому співвідношенні із загальних 100 % затриманих вагонів з причини затримок на ППС регіональної філії: служба вагонного господарства (технічна несправність вагона) складає 28,0 %; митна служба (відсутня фінансова гарантія або попереднє декларування) – 23 %; служба комерційного господарства (транспортно-експедиційні причини: недостатньо коштів для резервування, затримані відповідно до заявок одержувача, конвенційна заборона, переадресування, не повний комплект перевізного документа, відсутні або не оформлені перевізні документи) – 25,3 %; служба комерційного господарства (комерційна несправність: затримані для переважування, нерівномірне навантаження, відмова в прийманні вагонів, що завантажені з порушенням погоджених умов приймання вантажу (різниця завантаження по візках 5-10 т)) – 21,4 % служба перевезень – 1,3 %; екологічна, карантинна, санітарно-епідеміологічна та ветеринарна служби (заборона на ввезення вантажу) – менше 1 %.

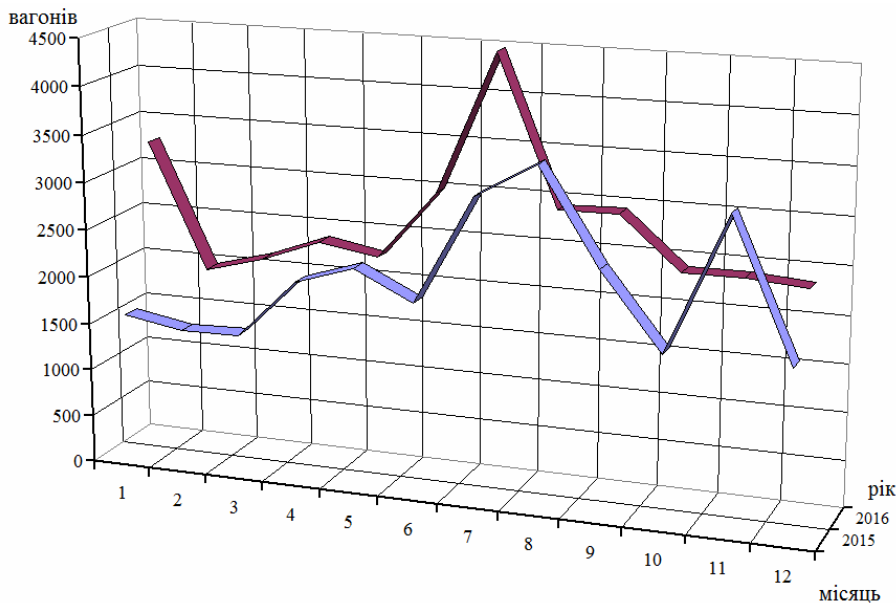


Рис. 1. Аналіз динаміки затримки вагонів на ППС регіональної філії за 2015-2016 р. з розбивкою по місяцях

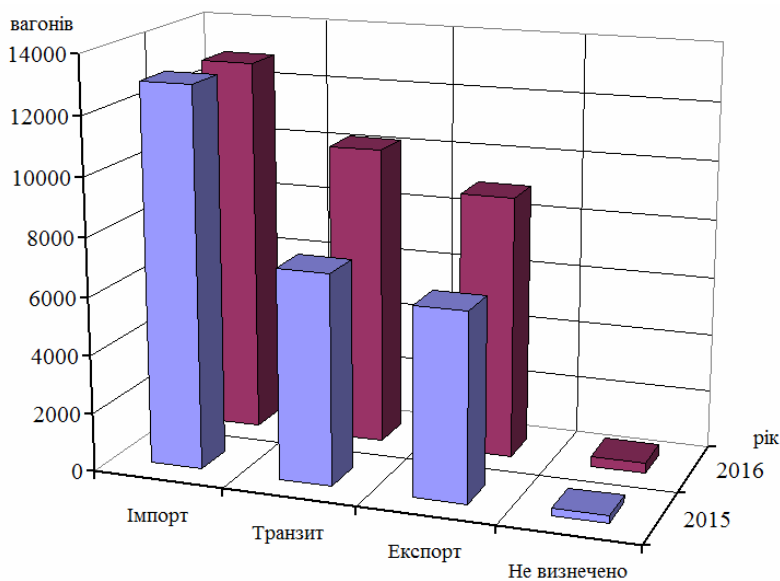


Рис. 2. Аналіз кількості затриманих вагонів на ППС регіональної філії за видами сполучення за 2015-2016 рр.

Аналіз кількості затриманих вагонів на ППС регіональної філії та середньодобова тривалість їх простою за 2015-2016 рр. наведені на рис. 3.

При функціонуванні транспортної системи прикордонного вузла відбуваються

різноманітні збурювання. Для запобігання їх негативному впливу на перевізний процес реалізуються управлінські дії. Управлінські дії формуються на підставі різноманітних даних, які безперервно надходять до служби перевезень регіональних

філій-залізниць ПАТ «Укрзалізниця» (Д), департаменту управління рухом ПАТ «Укрзалізниця» (ЦД), відповідного рівня (підсистеми) по каналах зв'язку про роботу

залізничного вузла, його підсистем і елементів. За допомогою зв'язку здійснюється управління його роботою з врахуванням різних збурювань.

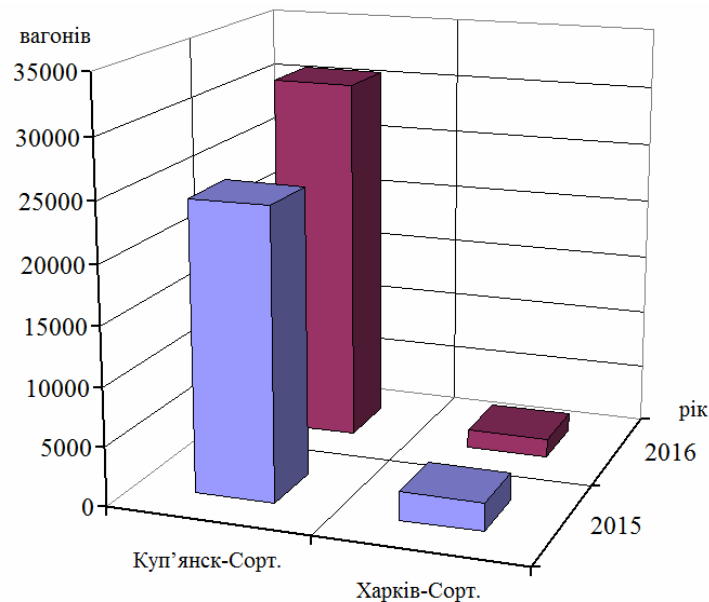


Рис. 3. Аналіз кількості затриманих вагонів на ППС регіональної філії та середньодобова тривалість їх простою за 2015-2016 рр.

Незважаючи на спільність цілей функціонування всіх залізничних вузлів, кожний з них в певному регіоні держави виконує конкретні завдання і обсяги роботи, враховуючи загальні тенденції в їх функціонуванні і розвитку. Транспортні вузли можна поділити на три групи:

- залізничні вузли, які сформувалися; повністю задовольняють перспективні обсяги вантажних і пасажирських перевезень; не потребують подальшого розвитку (вкладання значних інвестицій); вимагають лише удосконалення шляхом впровадження новітніх досягнень науки і техніки при незначних капітальних вкладеннях;

- залізничні вузли, які знаходяться в стадії формування;

- залізничні вузли, які через значні зміни обсягів перевезень і структури транспортних потоків вимагають оптимізації своєї структури, зміни спеціалізації підсистем і елементів, їх

технічного оснащення і технологічного забезпечення.

В залежності від того, до якої групи відноситься конкретний залізничний вузол, визначається перспективна програма його розвитку. Залізничні вузли вимагають свого розвитку. Примикання нових ліній тягне за собою перебудову існуючих та будівництво додаткових станцій.

Основна причина збільшення середнього часу користування вагонами на під'їзних коліях – очікування завершення митних операцій. Рухомий склад простоє в середньому від 1 до 3 доб. Важливе значення у митному оформленні має територіальне розміщення митних постів (60 км і більше), карантинної служби та інших державних органів контролю.

Можливо виділити такі варіанти покращення взаємодії структурних підрозділів ЗА, ОК, вантажовласників та державних органів прикордонного, митно-

го, санітарно-епідеміологічного, екологічного, ветеринарного та фітосанітарного контролю на ППС залізниць України:

1. Доповнення технології вимогами забезпечення достовірного обліку передавання вагонів та контейнерів, їх належного технічного та комерційного стану (при «прозорих кордонах») при розвинених інформаційно-керуючих системах (ІКС).

2. Доповнення умов технологій митного контролю вантажних вагонів і документів наявністю електронних дозволів, ліцензій, заборон на ввезення та вивезення вантажів.

3. Поповнення технологій прикордонного та митного контролю повним натурним контролем вантажних поїздів на базі ІКС.

4. Інформатизація на ППС функцій контори передач, воєнізованої охорони (НОР), прикордонного, митного, санітарно-епідеміологічного, екологічного, ветеринарного та фітосанітарного контролю при узгодженні технології із міждержавними угодами (від «прозорих кордонів» до «повного контролю») та правилами ввезення на митну територію України та вивезення за її межі у терміни, встановлені Технологічним процесом роботи прикордонної передавальної станції (ТП ППС).

5. Сприяння працівників станції контролюючим органам у проведенні огляду та перевірки вантажів на базі інформації про підхід поїздів, вагонів та вантажів, які перевозяться у межах України.

6. Забезпечення схоронності вантажів та технічного стану вагонів (супровод-

ження охороною, технічне обслуговування, вимога перевезення до кордону без зупинок тощо) на підставі рекомендацій залежно від класу станції.

7. Вирішення поставлених завдань з урахуванням особливостей роботи конкретних ППС з найменшою тривалістю перебування вагонів на станції та збереженням вантажів на основі підготовки та передавання інформації засобами АРМ.

Для позакласної та 1 класу передавальної станції ТП ППС розробляється за участю начальника і фахівців станції (ДС), дирекції залізничних перевезень (ДН), локомотивного (ТЧ) і вагонного депо (ВЧД), виробничого підрозділу філії «Головний інформаційно-обчислювальний центр» (ВП ГІОЦ), дистанції колії (ПЧ), дистанції сигналізації та зв'язку (ШЧ), механізованої дистанції навантажувально-розвантажувальних робіт (МЧ), дільниці електропостачання (ЕЧК) та затверджується начальником залізниці (Н). У разі необхідності залучаються фахівці науково-дослідних інститутів та вищих навчальних закладів. Для станцій усіх інших класів ТП розробляється ДС із залученням відповідних фахівців та затверджується начальником ДН.

Для ППС, розташованих на сухопутних прикордонних переходах, ТП ППС враховує вимоги Статуту залізниць України та інших нормативних документів.

Схема інформаційно-керуючої системи взаємодії на ППС залізниць України в умовах різних компаній-власників рухомого складу наведена на рис. 4.



Рис. 4. Схема інформаційно-керуючої системи взаємодії на ППС залізниць України в умовах різних компаній-власників рухомого складу

Інформаційно-керуюча структура взаємодії з компаніями-операторами перевезень дозволяє гнучко виконувати подальше реформування ППС залізниць. Дії системи, що відображає кінцеві стани виходів на основі взаємодії елементів системи, наводяться у вигляді матриць [11]. Моделі організаційно-технологічної системи враховують оптимізацію розрахунків колійного та технічного розвитку, як елементів інфраструктури, за умовою ресурсозбереження із виділенням показників взаємодії ЗА та ОК та залежність експлуатаційних витрат від

кількості прийнятих та переданих составів, кількості елементів інфраструктури (колій парків ППС).

Модель роботи ППС можна описати ланцюгом Маркова [11] зі зворотною траєкторією з кінцевим часом та трьома станами: робочим (0), передвідмовним (1) та відмовним (2). Стационарні імовірності  $p_j (j = 0, 1, 2)$  знаходяться з такої системи рівнянь:

$$p_j = \sum_{i=0}^2 p_i p_{ij} (j = 0, 1, 2), \sum_{j=0}^2 p_j = 1. \quad (1)$$

Оскільки рівняння лінійно залежні, виявимо в них лінійно незалежні складові.

Тоді розв'язання даної системи має вигляд

$$\begin{cases} p_0 = p_0(1 - \varepsilon_1) + p_1(1 - \varepsilon_2); & p_1 = p_0\varepsilon_1 + p_2; & p_0 + p_1 + p_2 = 1; \\ p_0 = \frac{1 - \varepsilon_1}{1 - \varepsilon_2 + \varepsilon_1 + \varepsilon_1\varepsilon_2}; & p_1 = \frac{\varepsilon_1}{1 - \varepsilon_2 + \varepsilon_1 + \varepsilon_1\varepsilon_2}; & p_2 = \frac{\varepsilon_1\varepsilon_2}{1 - \varepsilon_2 + \varepsilon_1 + \varepsilon_1\varepsilon_2}. \end{cases} \quad (2)$$

Оскільки реальні показники надані із деякою імовірністю, то ідеальні імовірності замінюються на істинні за правилом Крамера. Тоді отримуємо при  $\Theta_2 = \Theta_3 = 0$  імовірність

$$p_2 = \frac{\varepsilon_1\varepsilon_2 - \Theta_1\delta(1 - \varepsilon_1)}{1 - \varepsilon_2 + \varepsilon_1 + \varepsilon_1\varepsilon_2 - \Theta_1\delta(1 - \varepsilon_1)}. \quad (3)$$

При  $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 0,01$  імовірність  $p_2$  знаходиться в діапазоні 0-0,01, що відповідає вимогам техніко-економічних досліджень.

Матриця імовірностей передачі вагонів через кордон в моделі роботи ППС переходу дискретного ланцюга Маркова з  $i$ -го стану в  $j$ -й за один крок ( $i, j = 1, 2$ )

набуває вигляду  $P_1 = \begin{vmatrix} 0,4 & 0,6 \\ 0,3 & 0,7 \end{vmatrix}$ . Розподіл

імовірностей по станах у початковий момент  $t = 0$  визначається вектором  $\bar{q} = (0,1; 0,9)$ .

Для дискретного ланцюга Маркова в моделі роботи ППС у випадку її однорідності справедливе співвідношення

$$P_n = P_1^n, \quad (4)$$

де  $P_1^n$  – матриця перехідних імовірностей передачі вагонів через кордон за один крок;  $P_n$  – матриця перехідних імовірностей передачі вагонів через кордон за  $n$  кроків.

Можемо знайти матрицю  $P_2$  переходу ланцюга передачі вагонів через кордон зі стану  $i$  у стан  $j$  за два кроки. Матриця  $P_2^n$  переходу за два кроки

$$P_2 = P_1^2 = \begin{vmatrix} 0,4 & 0,6 \\ 0,3 & 0,7 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} 0,4 & 0,6 \\ 0,3 & 0,7 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0,34 & 0,66 \\ 0,33 & 0,67 \end{vmatrix}.$$

Тоді розподіл імовірностей передачі вагонів через кордон по станах на  $S$ -му кроці визначається вектором

$$\bar{p}(s) = (p_1(s), p_2(s), \dots, p_k(s)), 0 \leq p_j(s) \leq 1, \sum_{i=1}^k p_i(s) = 1. \quad (5)$$

Знаючи матрицю  $P_n$  переходу вагонів через кордон за  $n$  кроків, можна визначити розподіл імовірностей по станах на  $(s+n)$ -му кроці

$$\bar{p}(s+n) = \bar{p}(s) \cdot P_n \quad (6)$$

Визначимо розподіл імовірностей передачі вагонів через кордон по станах системи в момент  $t = 2$ . Введемо в формулу (6)  $s = 0$  і  $n = 2$ . Тоді  $\bar{p}(0) = \bar{q} = (0,1; 0,9)$ .

Одержимо

$$\bar{p}(2) = \bar{q} \cdot P_2 = (0,1; 0,9) \cdot \begin{vmatrix} 0,34 & 0,66 \\ 0,33 & 0,67 \end{vmatrix} = (0,331 \quad 0,669).$$



Ймовірність того, що в момент  $t=1$  станом ланцюга буде  $P_2$ , визначається

підстановкою в формулу (6)  $s=0$  і  $n=1$ , тоді

$$\bar{p}(1) = \bar{q} \cdot P_1 = (0,1; 0,9) \cdot \begin{vmatrix} 0,4 & 0,6 \\ 0,3 & 0,7 \end{vmatrix} = (0,31 \quad 0,69).$$

Звідси видно, що ймовірність того, що в момент  $t=1$  станом ланцюга буде  $P_2$ , дорівнює  $P_2(1) = 0,69$ .

Розподіл ймовірностей по станах називається стаціонарним, якщо він не

змінюється від кроку до кроку, тобто  $\bar{p}(s) = \bar{p} = (p_1, p_2, \dots, p_k)$ ,  $p_j = const, j=1, \dots, k$ .

Тоді зі співвідношення (6) при  $n=1$  одержимо систему лінійних рівнянь

$$\begin{cases} \bar{p}(s) = \bar{p}; \bar{p}(s+1) = \bar{p}; P_n = P_1; \\ \bar{p} = \bar{p} \cdot P_1, 0 \leq p_j \leq 1, j=1, \dots, k, \sum_{i=1}^k p_j = 1 \end{cases} \quad (7)$$

Знайдемо стаціонарний розподіл моделі роботи ППС. Тому що  $k=2$ , маємо  $\bar{p} = (p_1; p_2)$ . Запишемо систему лінійних рівнянь (7) у координатній формі

$$\begin{cases} p_1 = 0,4p_1 + 0,3p_2; \\ p_2 = 0,6p_1 + 0,7p_2; \\ p_1 + p_2 = 1. \end{cases}$$

Остання умова є нормувальною. У системі (7) завжди одне рівняння є лінійною комбінацією інших. Отже, його можна викреслити. Вирішимо спільно перше рівняння системи і нормувальне. Маємо  $0,6p_1 = 0,3p_2$ , тобто  $p_2 = 2p_1$ . Тоді

$$p_2 + 2p_1 = 1 \text{ або } p_1 = \frac{1}{3}, \text{ тобто } p_2 = \frac{2}{3}. \text{ Отже, } \bar{p} = \left( \frac{1}{3}; \frac{2}{3} \right).$$

**Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку.** Єдина інформаційно-керуюча

система прикордонних передавальних станцій транспортної системи залізниць України повинна з часом привести до становлення злагодженої системи обміну інформаційними даними між вантажовідправниками, вантажоодержувачами, станціями, прикордонними, митними та іншими органами державного контролю, власниками вантажів, рухомого складу тощо.

Модель роботи прикордонних передавальних станцій можна описати ланцюгом Маркова зі зворотною траєкторією з кінцевим часом та трьома станами.

Упровадження запропонованої моделі ефективного використання інфраструктури прикордонних передавальних станцій дозволяє покращити показники експлуатації парків вагонів державного, інших операторів-власників рухомого складу та перевезень. За рахунок вказаних чинників покращиться використання поїзних і маневрових локомотивів, ємності колійного розвитку станцій; скоротяться витрати на логістику перевезення вантажів, тривалість їх доставки вантажоотримувачам.

### Список використаних джерел

1. Про Комплексну програму розбудови державного кордону України. Указ Президента України №596/93 16.12.1993 р. Із змінами, внесеними згідно з Указами Президента №70/99

від 27.01.1999, №963/2009 від 24.11.2009 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www/URL: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/596/93](http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/596/93). – Загол. з екрану.

2. Транспортна стратегія України на період до 2020 року [Електронний ресурс]: [Схвал. розпорядженням КМУ № 1555-р від 16.12.2009 р.]. – Режим доступу: <http://www.mintrans.gov.ua/uk/discussion/15621.html/> 10.12.2009.

3. Повышение конкурентоспособности железнодорожного транспорта за счет создания транспортно-логистических кластеров [Текст] / Е. С. Алешинский, В. В. Мещеряков, Е. И. Рябовол, И. А. Лапушкин // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – № 5/3 (65). – С. 39-45.

4. Бутько, Т. В. Подходы к усовершенствованию технологии работы пограничных станций на основе разработки системы поддержки принятых решений [Текст] / Т. В. Бутько, Г. С. Баулина // Наука и прогресс транспорта: Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта. – 2008. – Вып. 24. – С. 153-157.

5. Губарь, М. В. Разработка имитационной модели работы пограничной передаточной станции [Текст] / М. В. Губарь, Е. Н. Кособокова // Актуальные проблемы управления перевозочным процессом: сб. науч. тр. – СПб.: ПГУПС, 2006. – Вып. 6. – С. 58-65.

6. Данько, М. І. Побудова моделі оцінки інвестицій у залізничну інфраструктуру при взаємодії залізничних адміністрацій та операторів перевезень [Текст] / М. І. Данько, Д. В. Ломотько, В. В. Кулешов // Зб. наук. праць УкрДАЗТ. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – Вип. 134. – С. 7-13.

7. Данько, Н. И. Разработка организационно-технологической модели управления парком грузовых вагонов разной формы собственности [Текст] / Н. И. Данько, Д. В. Ломотько, В. В. Кулешов // Инновационный транспорт: научно-публицистическое издание. – 2012. – № 4 (5). – С. 8-13.

8. Кулешов, В. В. Удосконалення технології роботи операторів рухомого складу на передавальних станціях залізниць України [Текст] / В. В. Кулешов // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2014. – Вип. 150. – С. 35-42.

9. Кулешов, В. В. Удосконалення інформаційно-керуючих систем передавальних станцій залізниць України в умовах зміни обсягів перевезень [Текст] / В. В. Кулешов, В. Ю. Камишніков, Т. А. Рахманов // Зб. наук. праць Укр. держ. ун-ту залізнич. трансп. – Харків: УкрДУЗТ, 2016. – Вип. 164. – С. 5-14.

10. Функционирование систем управления безопасностью движения на железных дорогах Украины и России [Текст] / А. Н. Огарь, Ю. О. Пазойский, А. В. Розсоха [и др.] // Зб. наук. праць Укр. держ. ун-ту залізнич. трансп. – Харків: УкрДУЗТ, 2015. – Вип. 156. – С. 18-28.

11. Калашников, В. В. Сложные системы и методы их анализа [Текст] / В. В. Калашников // Новое в жизни, науке, технике. – М.: Знание, 1980. – №9. – 64 с. – [Сер. Математика, кибернетика].

12. Sathaporn Opasanon, Songyot Kitthamkesorn Border crossing design in light of the ASEAN Economic Community: Simulation based approach // Transport Policy. - Vol. 48, 2016. - P. 1-12.

13. Thijs Dewilde, Peter Sels, Dirk Cattrysse, Pieter Vansteenwegen Robust railway station planning: An interaction between routing, timetabling and platforming// Journal of Rail Transport Planning & Management. - Vol. 3, 2013. - P. 68-77.

---

Берестов Ігор В'ячеславович, канд. техн. наук, доцент кафедри залізничних станцій та вузлів Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-42. E-mail: [iv1961iv@ukr.net](mailto:iv1961iv@ukr.net).

Кулешов Валерій Вячеславович, канд. техн. наук, доцент кафедри залізничних станцій та вузлів Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-42. E-mail: [valerijkuleshov2015@gmail.com](mailto:valerijkuleshov2015@gmail.com).

---

Берестова Тетяна Тимофіївна, старший викладач кафедри залізничних станцій та вузлів Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-42. E-mail: berestova\_tt@meta.ua.

Berestov Igor Vaycheslavovich, PhD. Sc., assistant professor of the Department of railway stations and junctions Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-42. E-mail: iv1961iv@ukr.net.

Kuleshov Valeriy Vaycheslavovich, PhD. Sc., assistant professor of the Department of railway stations and junctions Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-42. E-mail: valerijkuleshov2015@gmail.com.

Berestova Tatyana Timofeevna, Senior Lecturer of the Department of railway stations and junctions Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-42. E-mail: berestova\_tt@meta.ua.

Стаття прийнята 30.10.2017 р.