

УДК 656.222.4

В. В. КАССІР^{1*}, А. В. ПРОХОРЧЕНКО², О. В. ЧАГУР¹

^{1*}Каф. «Облік, аудит та інтелектуальна власність», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, Україна, 49010, тел. (056) 373-15-69, ел. пошта vitakassir@mail.ru

¹Каф. «Облік, аудит та інтелектуальна власність», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, Україна, 49010, тел. (093) 246-04-27 ел. пошта olena.chagur@mail.ru

²Каф. Управління експлуатаційною роботою, Український державний університет залізничного транспорту, майдан Фейєрбаха, 7, Харків, Україна, 61050, тел.: (057) 730-10-88. ел. пошта: railwayhub@yandex.ua.

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПІДХОДИ ДО УПРАВЛІННЯ ПРОПУСКНОЮ СПРОМОЖНІСТЮ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В УМОВАХ КОНКУРЕНЦІЇ НА РИНКУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Мета. Робота присвячена розгляду задач переходу до формування залізничної інтелектуальної транспортної системи, що дозволить надати учасникам ринку перевезень більшу інформативність та безпеку та забезпечить вищий рівень взаємодії між учасниками перевізного процесу. **Методика.** У роботі запропоновано статистично оцінити експлуатаційну надійність роботи дільниці за допомогою застосування методу імітаційного моделювання роботи дільниці за різними варіантами відмов. **Результати.** У роботі сформований підхід щодо визначення максимальної кількості поїздів на дільниці за умови прийнятного рівня експлуатаційної надійності системи перевезень. **Наукова новизна.** Беручи до уваги, що при визначенні пропускної спроможності по суті враховується лише технічна надійність, тобто збої в роботі дільниці з причин несправностей постійних технічних пристроїв інфраструктури та рухомого складу, запропоновано вдосконалити методику обліку експлуатаційної надійності, яка дозволить врахувати збої, пов'язані з організаційно-технологічними причинами. **Практична значимість.** Автоматична ідентифікація поїздів на дільницях для можливості створення поїзної моделі залізничного транспорту дозволить вести облік та аналіз використання пропускної спроможності залізничної інфраструктури; автоматизація розробки графіка руху поїздів та розрахунку пропускної спроможності й створення інтегрованої технології управління пропускною спроможністю полігону мережі в умовах єдиного сітвого середовища графіків руху поїздів надасть можливість в інтерактивному режимі корегувати розклади руху поїздів відповідно до заявок перевізників та узгоджувати рух поїздів на мережі в цілому.

Ключові слова: пропускна спроможність, залізнична інфраструктура, графік руху поїздів, залізниця, дільниця.

Постановка проблеми

Аналіз методики розрахунку наявної пропускної спроможності на залізницях України довів недосконалість існуючого підходу з причин завищення значень максимальної пропускної спроможності [1, 2]. Це спричинено відсутністю в аналітичних формулах обліку надійності виконання технології організації перевізного процесу на розрахунковій дільниці. Для визначення більш наближеного до реальних експлуатаційних умов роботи значення величини пропускної спроможності необхідним є застосування додаткового поняття – практична пропускна спроможність (англ. Practical Capacity, PC) [3]. Згідно з міжнародним стандартом UIC 406 R у межах цього поняття можливо

сформувати підхід до визначення максимальної кількості поїздів на дільниці за умови прийнятного рівня експлуатаційної надійності системи перевезень. Згідно з [4] під надійністю розуміється властивість системи зберігати в часі в установлених межах значення всіх параметрів, які характеризують здатність виконувати потрібні функції в заданих умовах роботи. Якщо розглянути залізничну дільницю як систему, то її основною функцією є пропускання поїздопотоків відповідно до встановленої точності виконання графіка руху поїздів протягом заданого інтервалу часу (доба) [5-7]. Беручи до уваги, що надійність є комплексною властивістю, доцільно розглянути деталізуючу властивість безвідмовності, що визначається набором показників, які

обирають з урахуванням умов експлуатації. При дослідженні показників безвідмовної роботи системи необхідним є визначення поняття відмови. Враховуючи, що параметром, який задовольняє умови функціонування дільниці, є встановлений показник відхилення реального графіка проходження поїздів через дільницю від нормативного, під відмовою слід розуміти затримку поїзда з прибуття або відправлення на кожній із станцій на дільниці. За природою виникнення відмов можна виділити відмови, спричинені технічними засобами інфраструктури, та відмови, які виникають з організаційно-технологічних причин, таких як затримки поїздів з причин помилкових дій диспетчерського персоналу, відсутність колій приймання для поїздів на станції, збої у проходженні поїздів через дільницю в умовах виникнення так званого «ефекту доміно» в поїздопоточі при значному завантаженні дільниці тощо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Питанням управління пропускнуою спроможністю залізничної інфраструктури присвячені роботи Ф. І. Хусайнова, у яких автор приділяє багато уваги необхідності економічних реформ на залізничному транспорті в умовах конкуренції на ринку перевезень [1]. А. В. Прохорченко розглядає формування системи маршрутизації перевезень з урахуванням пропускнуої спроможності залізниць на основі концепції спеціалізації залізничної інфраструктури [3]. Науково-дослідні роботи Української державної академії залізничного транспорту, виконані колективом співробітників під керівництвом Т. В. Бутька, дали можливість розробити класифікацію залізничних напрямків та категорій інфраструктури за техніко-експлуатаційними характеристиками для оптимізації поїздопотоків [4], вивченню яких присвятив свої дослідження Д. Ю. Левін [6]. Незважаючи на достатню кількість досліджень в теорії та практиці управління пропускнуою спроможністю залізничної інфраструктури в сучасних умовах господарювання, коли постійно зростає рівень конкуренції на ринку перевезень серед різних видів транспорту, з'являється можливість розглянути та запропонувати деякі концептуальні підходи до підви-

щення якості транспортних послуг та прибутковості залізниць.

Формулювання цілей статті

Беручи до уваги, що при визначенні пропускнуої спроможності по суті враховується лише технічна надійність, тобто збої в роботі дільниці з причин несправностей постійних технічних пристроїв інфраструктури (колії, пристроїв СЦБ і зв'язку, електропостачання) та рухомого складу (локомотиви, вагони), виникає необхідність вдосконалення методики обліку експлуатаційної надійності, яка дозволить врахувати збої, пов'язані з організаційно-технологічними причинами.

Виклад основного матеріалу дослідження

Відповідно до процесу реалізації графіка руху затримки поїздів на дільниці поділяються на первинні (англ. primarydelays), які є екзогенними, та вторинні (англ. secondarydelays), які виникають з причин первинної затримки першого поїзда та послідовного порушення розкладу руху інших поїздів, які опинилися в зоні прямування затриманого поїзда [9, 10]. Кількість, тривалість та послідовність вторинних затримок залежить від пріоритетності ниток поїздів, насиченості графіка руху та розташування поїздів різних категорій один відносно одного. Досліджений названими вище авторами процес послідовних затримок на дільниці є неорганічним, тобто кожна реалізація випадкового процесу відмови в системі є неоднорідною. За таких умов дослідження надійності системи за допомогою аналітичних рішень є неефективним через свою надмірну складність. Виходячи з цього, у роботі запропоновано статистично оцінити експлуатаційну надійність роботи дільниці за допомогою застосування методу імітаційного моделювання за різними варіантами відмов. Як показник оцінки експлуатаційної надійності роботи дільниці запропоновано використати нестационарний коефіцієнт готовності системи, який характеризує ймовірність того, що в момент часу t система опиниться в працездатному (безвідмовному) стані [11].

Спираючись на світовий досвід класифікації залізничної інфраструктури та специфіку функціонування залізничного транспорту України, найбільш прийнятною є схема поділу залізничних ліній на магістральні напрямки з відповід-

ними класами та регіональні лінії з подальшою класифікацією всіх поїздодільниць на види і категорії [12]. Виділення на мережі магістральних напрямків надасть можливість залізницям визначати параметри оптимальної технології пропуску поїздопотоків на великі відстані для надання послуг з перевезень вищої якості, що дозволить підвищити конкурентоспроможність залізниць України. У той же час встановлення регіональних дільниць дозволить визначити їх статус як малодіяльні, що в майбутньому надасть можливість перерозподілити відповідальність за їх утримання, залишити власнику регіональних дільниць державні субсидії для їх експлуатації та надавати знижки з тарифу для стимулювання інтенсивності роботи на таких дільницях і, як наслідок, перерозподілити навантаження на залізничну мережу в цілому. Класифікація поїздодільниць за видами перевезень і категоріями інфраструктури дозволяє поділити дільниці за транспортно-експлуатаційними якостями і споживчими властивостями.

Процес розподілу пропускної спроможності залізничної інфраструктури можна розділити на чотири фази. У першій фазі за 12 місяців до початку дії графіка руху поїздів встановлюються обсяги пропускної спроможності, що підлягають розподілу, публікується Повідомлення залізничної мережі, у якому вказуються правила розподілу та здійснюється прийом заявок на виділення пропускної спроможності.

На другій фазі здійснюється узгодження запитів компаній операторів-перевізників із управляючим інфраструктурою. На цьому етапі, якщо потрібно, проводяться техніко-економічні розрахунки щодо ефективності реалізації різних варіантів запитів на прокладання маршрутів по мережі. По закінченні даної фази за 8 місяців до введення в дію робочого розкладу повинен бути розроблений проект графіка руху поїздів на майбутній період. Управляючий інфраструктурою ознайомлює перевізників про надані їм частки пропускної спроможності. У свою чергу перевізники мають право надати свої зауваження та оскаржити прийняті рішення в установленому порядку.

На третій фазі виконується кінцевий розподіл пропускної спроможності відповідно до прийнятих рішень щодо оскаржень та за чотири місяці до введення нового розкладу затверджується нормативний графік руху поїздів. На останній фазі розглядаються заявки лише на

нерозподілену частку пропускної спроможності. На цьому етапі управляючий інфраструктурою змінює інформацію в Повідомленні залізничної мережі щодо нерозподіленої частки пропускної спроможності та в разі отримання заявки на разове використання непроданих часток пропускної спроможності має право задовольняти ці запити [13].

Висновки

Перехід залізниць до нового ринку перевезень вимагає вирішення комплексу завдань інформатизації галузі, до яких належать: автоматична ідентифікація поїздів на дільницях для можливості створення поїзної моделі залізничного транспорту, що дозволить вести облік та аналіз використання пропускної спроможності залізничної інфраструктури; автоматизація розробки графіка руху поїздів та розрахунку пропускної спроможності; створення інтегрованої технології управління пропускною спроможністю полігону мережі в умовах єдиного сітьового середовища графіків руху поїздів, що дозволить в інтерактивному режимі корегувати розклади руху поїздів відповідно до заявок перевізників та узгоджувати рух поїздів на мережі в цілому. По суті розв'язання цих завдань дозволить перейти до формування залізничної інтелектуальної транспортної системи (англ. Railway Intelligent Transportation Systems), що дасть можливість надати учасникам ринку перевезень більшу інформативність та безпеку, вищий рівень взаємодії між учасниками перевізного процесу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Хусаинов, Ф. И. Экономические реформы на железнодорожном транспорте: монография / Ф. И. Хусаинов. – Москва : Изд. Дом «Наука», 2012. – 192 с.
2. Hуаек, F. A. The Road to Serfdom: Text and Documents – The Definitive Edition. Vol. 2 / F. A. Hayek; edit by Bruce Caldwell.–Chicago : University of Chicago Press. And London : Routledge, 2007. – 283 p. (The Collected Works of F. A. Hуаек).
3. Прохорченко, А. В. Формування системи маршрутизації перевезень на основі концепції спеціалізації залізничної інфраструктури / А. В. Прохорченко // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2013. – Вип. 1/3(61). – С. 20–24.

4. Розробка класифікації залізничних напрямків та категорії інфраструктури за техніко-експлуатаційними характеристиками: звіт з НДР/ Українська державна академія залізничного транспорту; керівник Бутько Т. В.; відповідальний виконав. Прохорченко А. В. [та ін.]. – Харків, 2012. – 71 с. – РК № 0112U005264, 2012 р.
5. Greenberg, I. An Analysis of Traffic Flows / I. Greenberg // Oper. Res. – 1959. – Vol. 7. – P. 79–85.
6. Левин, Д. Ю. Оптимизация потоков поездов / Д. Ю. Левин. – Москва : Транспорт, 1988. – 175 с.
7. Krueger, H. Parametric modeling in rail capacity planning, Proceedings of the 3 Conference on Winter simulation, eds. P. A. Farrington, H. B. Nembhard, D. T. Sturrock & G.W. Evans, ACM Press New York, NY, USA, Phoenix, Arizona, United States, 1999. – P. 1194.
8. DIRECTIVE 2001/14/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 26 February 2001 on the allocation of railway infrastructure capacity and the levying of charges for the use of railway infrastructure and safety certification / THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION / j Official Journal of the European Communities (OJ L 75/29), 2001. – 18 p.
9. Schittenhelm, B. Railway Timetabling Based on Systematic Follow-up on Realized Railway Operations / B. Schittenhelm, T. Richter. – Annual Transport Conference at Aalborg, 2009. – 29 p.
10. Abril, X. I. An assessment of railway I capacity / M. Abril, F. Barber. I. Ingolotti, M.A. Salido, P. Tormos, A. Lova // Transportation Research Part, 2008. – 44. – P. 774–806.
11. UIC leaflet 406 R. Capacity. UIC International Union of Railways, France, 2e Edition. – Version traduite. List of recent publications, 2013. – 60 p.
12. Інструкція з розрахунку наявної пропускної спроможності залізниць України ЦД-0036, затверджена наказом Укрзалізничці від 14 березня 2001 р. № 143/Ц: навч.- метод. посіб. / О. Ф. Вергун, Н. В. Липовець, В. М. Боголій. – Київ : Транспорт України, 2002. – 376 с.
13. Прохорченко, А. В. Концептуальні підходи до управління пропускною спроможністю залізничної інфраструктури в умовах конкуренції на ринку перевезень / А. В. Прохорченко // Залізничний транспорт України. – 2013. – Вип. 3/4. – С. 63–65.

В. В. КАССИР^{1*}, А. В. ПРОХОРЧЕНКО, Е. В. ЧАГУР¹

^{1*}Каф. «Учет, аудит и интеллектуальная собственность», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепропетровск, Украина, 49010, тел. (056) 373-15-69, эл. почта vitakassir@mail.ru

¹Каф. «Учет, аудит и интеллектуальная собственность», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепропетровск, Украина, 49010, тел. (093) 246-04-27 эл. почта olena.chagur@mail.ru

² Каф. Управление эксплуатационно работой, Украинский государственный университет железнодорожного транспорта, пл. Феербаха, 7, Харьков, Украина, 61050, тел.: (057) 730-10-88. E-mail: railwayhub@yandex.ua.

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТЬЮ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В УСЛОВИЯХ КОНКУРЕНЦИИ НА РЫНКЕ ПЕРЕВОЗОК

Цель. Работа посвящена рассмотрению задач перехода к формированию железнодорожной интеллектуальной транспортной системы, которая позволит дать участникам рынка перевозок большую информативность и безопасность, обеспечить более высокий уровень взаимодействия между участниками перевозочного процесса. **Методика.** В работе предлагается статистически оценить эксплуатационную надежность работы железнодорожного участка с помощью использования метода имитационного моделирования по разным вариантам отказов. **Результаты.** В работе сформирован подход по определению максимального количества поездов на участке при условии принятого уровня эксплуатационной надежности системы перевозок. **Научная новизна.** Принимая во внимание, что при определении пропускной способности по сути учитывается только техническая надежность, то есть сбои в работе участка по причинам неисправностей постоянных технических устройств инфраструктуры и подвижного состава, рекомендуется усовершенствовать методику учета эксплуатационной надежности, которая позволит учитывать сбои, связанные с организационно-технологическими причинами. **Практическая значимость.** Автоматическая идентификация поездов

здов на участках для возможности создания поездной модели железнодорожного транспорта позволит вести учет и анализ использования пропускной способности железнодорожной инфраструктуры; автоматизация разработки графика движения поездов и расчета пропускной способности и создания интегрированной технологии управления пропускной способностью полигона сети в условиях единой сетевой среды, графиков движения поездов позволит в интерактивном режиме корректировать расписания движения поездов в соответствии с заявками перевозчиков и согласовывать движение поездов по сети в целом.

Ключевые слова: пропускная способность, железнодорожная инфраструктура, график движения поездов, железная дорога, участки.

V. V. KASSIR^{1*}, A. V. PROKHORCHENKO², O. V. CHAHUR¹

^{1*}Dep. «Accounting, Auditing and intellectual property», Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Lazaryan St., 2, Dnipropetrovsk, Ukraine, 49010, tel. тел. (056) 373-15-69, e-mail vitakassir@mail.ru

¹ Dep. «Accounting, Auditing and intellectual property», Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Lazaryan St., 2, Dnipropetrovsk, Ukraine, 49010, tel (093) 246-04-27, e-mail olena.chagur@mail.ru

² Dep. Management of operational work, Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-88. E-mail: railwayhub@yandex.ua.

CONCEPTUAL APPROACHES TO THE MANAGEMENT OF RAILWAY INFRASTRUCTURE CAPACITY IN THE COMPETITIVE TRANSPORT MARKET

Purpose. The work deals with the problems of transition to the intellectual formation of the railway transport system that will give market participants more informative and traffic safety, a higher level of interaction between participants of the transportation process. **Methods.** The paper presents statistically evaluate the operational reliability of the station by means of the method of simulation work stations in different versions failures. **Results.** The work formed the approach to determine the maximum number of trains on station provided an acceptable level of operational reliability of the transportation system. **Scientific novelty.** Taking into account that in determining the capacity essentially counted only technical reliability that failures in the district of the causes of malfunctions constant technical equipment infrastructure and rolling stock is proposed to improve the operational reliability of accounting methodology that will take into account failures related to organizational technological reasons. **The practical significance.** Automatic Identification of trains at stations for the possibility of establishing a model train railway transport will keep records and analysis of the use of railway infrastructure capacity; automation development schedule of trains and calculate bandwidth and an integrated technology management capacity of the landfill network in terms of network environment charting single train will interactively adjust train schedules carriers according to applications and coordinate the movement of trains on the network as a whole.

Keywords: bandwidth , rail infrastructure , train schedule , railway station

Надійшла до редколегії 10.03.2015.

Стаття рекомендована до друку канд. екон. наук, доц. Гненним М. В. та канд. екон. наук, доц. Приваловою Л. В.