

Р. В. ВЕРНИГОРА, Л. О. ЄЛЬНИКОВА (Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна)

АНАЛІЗ ІНТЕНСИВНОСТІ ВАНТАЖНИХ ПОЇЗДОПОТОКІВ НА СОРТУВАЛЬНИХ СТАНЦІЯХ УКРАЇНИ

Наведено результати дослідження інтенсивності вантажних поїздопотоків по основним сортувальним станціям України. Встановлено залежності між обсягами поїзної роботи сортувальних станцій та періодами тижня і доби. Отримані результати можуть бути використані при розробці модулю прогнозування в адаптивній системі оперативного керування роботою локомотивного парку.

Ключові слова: локомотивний парк, сортувальна станція, оперативне керування, інтенсивність поїздопотоків, нерівномірність перевезень

Приведены результаты исследований интенсивности грузовых поездопотоков по основным сортировочным станциям Украины. Установлены зависимости между объемами поездной работы сортировочных станций и периодами недели и суток. Полученные результаты могут быть использованы при разработке модуля прогнозирования в адаптивной системе оперативного управления работой локомотивного парка.

Ключевые слова: локомотивный парк, сортировочная станция, оперативное управление, интенсивность поездопотоков, неравномерность перевозок

There are the results of studies on the intensity of freight train streams for main sorting stations in Ukraine. The dependencies between the volumes of trains in marshalling yards and periods of weeks and days were defined. The results can be used for creation of the forecasting module in the adaptive system operational management of the locomotive fleet.

Keywords: locomotives, marshalling yard, operational management, the train intensity, uneven traffic

Вступ

В даний час залізниці України знаходяться на етапі реформування. При цьому серед стратегічних цілей цього процесу є перехід від технологічно-адміністративної до технологічно-економічної моделі управління залізничним транспортом та збільшення питомої ваги залізничних перевезень [1, 2]. Досягнення поставлених цілей передбачає підвищення конкурентоздатності залізниць на ринку транспортних послуг, в т.ч. за рахунок покращення якості транспортного сервісу та гнучкої тарифної політики. Якість транспортних послуг значною мірою визначається таким показником як термін доставки вантажів, скорочення якого є наразі актуальним завданням, що стоїть перед українськими залізницями. В свою чергу, термін доставки вантажів тісно пов'язаний з обігом вагону, що є одним з основних експлуатаційних показників роботи залізниць. Слід зазначити, що величина обігу вантажного вагону значною мірою визначає якість організації перевізного процесу, а також впливає на собівартість перевезень.

Як показує аналіз, за роки незалежності обіг вагону в цілому демонструє тенденцію до зростання: у порівнянні з 1992 р, коли обіг складав 3,6 доб., у 2012 р. обіг склав 6,2 доб., тобто виріс на 72 %. Важливо зазначити, що збільшення

обігу вагона відбувається на тлі загального збільшення дільничної швидкості на 22 % (з 31,8 км/год у 1992 р. до 38,8 км/год у 2012 р.) [3-6]. Таким чином, основною причиною зростання обігу вагона є збільшення простоїв вагонів на станціях. Дослідження показують, що від 40 % до 45 % від загальної величини обігу вагона складають простой вагонів на технічних станціях [7]. Причому, як показав факторний аналіз, найбільший вплив (більше 60 %) на зміну величини обігу вагона спричинюють саме простой на технічних станціях [8]. За останні 20 років середній простій вагонів на технічних станціях зріс більш, як на 50 %: з 5,3 год. у 1992 р. до 8,3 год. у 2012 р. [3, 6]. Отже, контроль за виконанням норм простою вагонів на технічних станціях займає важливе місце в експлуатаційній роботі залізниць.

Для скорочення тривалості знаходження вагонів на технічних станціях необхідно, в першу чергу, скоротити непродуктивні простой, пов'язані з очікуванням початку технологічних операцій. Як відмічалось в [9], значна частка у загальній величині простою вагонів на технічних станціях припадає на очікування складами локомотивів та локомотивних бригад. Однією з причин такої ситуації є певний дефіцит тягового рухомого складу на залізницях України [10]. Враховуючи вкрай низькі темпи оновлення па-

рку магістральних локомотивів, проблема удосконалення системи оперативного керування наявним локомотивним парком є наразі досить актуальною [11]. Вирішення вказаної проблеми дозволить підвищити ефективність використання локомотивів та зменшити непродуктивні простої вагонів на технічних станціях в очікування локомотивів та локомотивних бригад.

Постановка задачі дослідження

Перспективним напрямком удосконалення процесу перевезень є створення адаптивної системи оперативного управління роботою локомотивного парку [12]. Вказана система має забезпечувати для диспетчерського апарату дирекцій та управлінь залізниць підтримку прийняття рішень щодо найбільш раціонального розподілу наявних локомотивних ресурсів на основі вирішення комплексу оптимізаційних задач. Рішення такої оптимізаційної задачі для певного залізничного полігону має базуватись на повній та достовірній інформації про поїзне положення на відповідних станціях та ділянках, наявність вільних локомотивів та локомотивних бригад, в т.ч. с прогнозом цих даних на період оперативного планування. При цьому виникає проблема отримання достовірного прогнозу моментів готовності вантажних поїздів до відправлення на технічних станціях для планування підв'язки локомотивів та локомотивних бригад. В рамках вирішення цієї проблеми була поставлена задача для різних сортувальних станцій України дослідити інтенсивність вантажних поїздопотоків в залежності від дня тижня та періоду доби.

Результати дослідження

Планування підв'язки поїзних локомотивів та бригад до вантажних поїздів безпосередньо пов'язане з визначенням моментів готовності вантажних поїздів до відправлення на технічних станціях. В рамках дослідження було висунуто припущення, що інтенсивність потоку поїздів на сортувальних станціях відрізняється по дням тижня та по періодам доби. Для перевірки даної гіпотези було виконано статистичну обробку даних АСКВП УЗ-Є про прийом та відправлення поїздів для п'яти опорних сортувальних станцій України – Львів, Знам'янка, Основа, Нижньодніпровськ-Вузол та Ясинувата – за вересень 2013 року.

В результаті обробки даних про тривалість знаходження вантажних поїздів різних категорій в парках сортувальних станцій, було визна-

чено, що відповідна випадкова величина розподілена за логарифмічно-нормальним законом. Для прикладу, на рис. 1 наведені гістограма та диференціальна функція розподілу випадкової величини тривалості знаходження вантажних поїздів на станції Основа Південної залізниці від моменту виставки з сортувального парку до моменту відправлення зі станції.

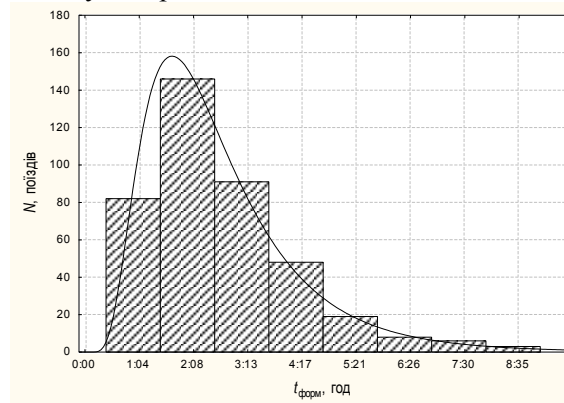


Рис. 1. Гістограма та диференціальна функція розподілу випадкової величини тривалості формування поїздів на станції Основа

Випадкова величина простою поїздів в парку відправлення станції Основа має наступні параметри: математичне очікування – 2,67 год., середнє квадратичне відхилення – 1,46 год. Аналогічні дослідження виконані також для інших сортувальних станцій.

Слід зазначити, що діапазон коливання тривалості знаходження вантажних поїздів в парках відправлення сортувальних станцій досить значний. Так, наприклад, мінімальна тривалість знаходження поїзда свого формування в парку відправлення станції Ясинувата Донецької залізниці складає 0,6 год., а найбільше значення цієї величини сягає 8,8 год., тобто в 14,7 разів більше. Подібна ситуація спостерігається практично на всіх сортувальних станціях, і максимальне значення тривалості знаходження поїзда в парку відправлення станції може перевищувати мінімальне значення цієї величини в 20 разів. Ці простої, в основному, пов'язані з очікуванням явки локомотивної бригади або подачі поїзного локомотива під состав.

Відомо, що на залізничному транспорті існує сезонна, місячна, тижнева та внутрішньодобова нерівномірності [13]. Наявність нерівномірності вантажних перевезень істотно впливає на точність прогнозування моментів прибуття поїздів на станцію та моментів готовності їх до відправлення і, відповідно, має враховуватись при розробці процедури прогнозування вхідних та вихідних потоків поїздів. В цьому зв'язку при розробці методики прогнозування

поїзної роботи сортувальних станцій була поставлена задача визначення взаємозалежності між днем тижня та кількістю поїздів, що прибуває і відправляється зі станції, а також між періодом доби та кількістю поїздів, що перероблюються на станції. З цією метою окремо по кожній з вказаних сортувальних станцій було визначено загальну кількість транзитних поїздів, поїздів у розформування та свого формування за кожний день спостереження, згруповано їх по дням тижня та знайдено параметри законів розподілу відповідних випадкових величин кількості поїздів різних категорій по днях тижня.

Для прикладу, на рис. 2 наведено графіки, що характеризують залежність кількості поїздів свого формування від дня тижня на сортувальних станціях, робота яких досліджувалась. Як видно з наведених графіків, у вівторок спостерігається незначне зменшення кількості відправлених поїздів; пік обсягів формування поїздів припадає на четвер, а в останній робочий день тижня (у п'ятницю) спостерігається спад роботи по формуванню поїздів для всіх станцій. У вихідні дні, а особливо у неділю, кількість відправлених поїздів свого формування збільшується, що можна пояснити прагненням доставки вантажу на підприємства на початок робочого тижня.

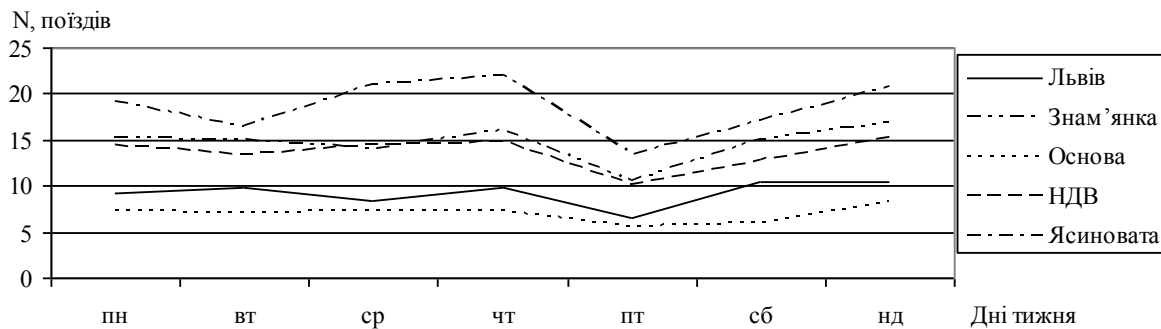


Рис. 2. Залежність між середньодобовою кількістю поїздів свого формування та днем тижня

Аналогічні залежності виявлені між днем тижня та кількістю транзитних поїздів, а також поїздів, що прибувають на станції у розформування: пік роботи припадає на четвер, мінімум – на п'ятницю, а в неділю спостерігається збільшення обсягів роботи.

Для визначення внутрішньодобових коливань кількості поїздів різних категорій, що прибувають та відправляються зі станцій, кожна доба спостереження була розбита на 8 періодів

по 3 години; при цьому окремо по кожній сортувальній станції було визначено кількість поїздів протягом відповідного періоду. Отримані дані були згруповані по періодах доби, на основі чого визначено середню кількість поїздів, що перероблюються на станціях по кожному з виділених періодів доби. На рис. 3, для прикладу, наведено графіки, що характеризують середню кількість поїздів свого формування на станціях в залежності від періоду доби.

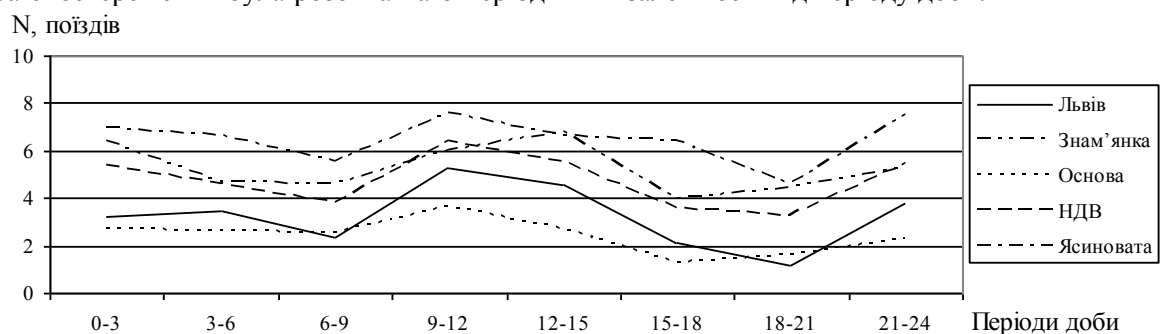


Рис. 3. Залежність кількості поїздів свого формування на станціях від періоду доби

Як свідчать графіки, наведені на рис. 3, в період від 6⁰⁰ до 9⁰⁰ спостерігається певний спад обсягів формування поїздів, а протягом наступного періоду на більшості станцій відзначається пік кількості відправлених поїздів, після чого відбувається поступове зменшення обсягів роботи до 21⁰⁰. Збільшення обсягів ро-

боти станцій з формування поїздів протягом 9⁰⁰ – 15⁰⁰ можна пояснити намаганням відправити якомога більше поїздів на стикові пункти дирекцій та залізниць до звітної години 17⁰⁰. Збільшення кількості відправлених поїздів свого формування на кінець доби можна пояснити

бажанням залізниць доставити вантаж на підприємства на початок робочого дня.

Висновки

Таким чином, на основі виконаних досліджень встановлено закони розподілу випадкових величин тривалості знаходження вантажних поїздів у підсистемах відправлення сортувальних станцій. Окрім того, визначено залежності між інтенсивністю вхідних та вихідних поїздопотоків сортувальних станцій та днем тижня і періодом доби.

Отримані результати є основою для розробки системи прогнозування поїзної роботи сортувальних станцій. Достовірний прогноз про обсяги поїзної роботи та моменти готовності поїздів до відправлення може бути використаний у якості вихідних даних до розробки ефективних оперативних планів розподілу поїзних локомотивів та локомотивних бригад під вантажні поїзди на технічних станціях, а саме:

– з врахуванням дня тижня та періоду доби можна спрогнозувати кількість поїздів, що надійде на станцію та буде відправлено з неї, визначивши таким чином необхідну кількість локомотивів та локомотивних бригад;

– на основі даних про тривалість обслуговування поїздів у підсистемах відправлення технічних станцій можна визначити необхідний час явки локомотивних бригад та необхідні моменти готовності локомотивів до відправлення.

Отже, отримані результати дослідження можуть бути використані про розробці адаптивної системи оперативного керування роботою локомотивів та локомотивних бригад. Адаптивна система керування роботою локомотивного парку може бути реалізована на основі сучасної теорії нейронних мереж, що базуються на алгоритмах самоорганізації [14].

Дана система на основі достовірного прогнозу про поїзну роботу станцій та дислокацію локомотивів повинна складати оперативний план роботи локомотивного парку, що, з однієї сторони, забезпечує зменшення простою вантажних вагонів в очікуванні тягового рухомого складу та локомотивних бригад, з іншої – підвищує ефективність використання локомотивів та продуктивність локомотивних бригад.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Стратегія розвитку залізничного транспорту на період до 2020 року. Схвалено розп. КМУ від 16.12.2009 р. № 1555-р [Електрон. ресурс] – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1555-2009-p>.

2. Транспортна стратегія України на період до 2020 року. Схвалено розп. КМУ від 20.10.2010 р. № 2174-р [Електрон. ресурс] – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2174-2010-p>

3. Довідник основних показників роботи залізниць України (1992-2002) [Текст] – К.: Укрзалізниця. – 2003. – 40 с.

4. Довідник основних показників роботи залізниць України (1997-2007) [Текст] – К.: Укрзалізниця. – 2008. – 44 с.

5. Транспорт і зв'язок України у 2012 році. Статистичний збірник. [Текст] // Київ: ДП «Інформаційно-аналітичне агентство». – 2013. – 269 с.

6. Офіційний сайт Укрзалізниці. [Електрон. ресурс] – Режим доступу: <http://www.uz.gov.ua>

7. Бутько, Т. В. Удосконалення управління процесом просування поїздопотоків на основі стабілізації обігу вантажного вагону [Текст] / Т. В. Бутько, О. В. Лаврухін, Ю. В. Доценко // Зб. наук. праць. ДонІЗТ. – Донецьк: ДонІЗТ, 2010. – Вип. 22. – С. 18-26.

8. Марценюк, Л. В. Факторний аналіз обігу вантажних вагонів [Текст] / Л. В. Марценюк // Проблеми підвищення ефективності інфраструктури. Зб. наук. праць НАУ. – Київ: НАУ. – 2012. – Вип. № 33. – С. 141-147.

9. Вернигора, Р. В. Аналіз простоев поездов в ожидании поездных локомотивов на сортировочных станциях [Текст] / Р. В. Вернигора, Л. О. Ельникова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – № 5/3 (59). – С. 16-19.

10. Козаченко, Д. Н. Перспективы использования частной локомотивной тяги на магистральном железнодорожном транспорте Украины [Текст] / Д. Н. Козаченко, Р. В. Вернигора, Н. И. Березовый // Українські залізниці – 2013. – № 1. – С.50-55.

11. Укрзалізниця: концентрація ресурсів на оновленні парку локомотивів залишається пріоритетним завданням [Електрон. ресурс] – Режим доступу: http://uz.gov.ua/press_center/up_to_date_topic/326193.

12. Вернигора, Р. В. Перспективи створення адаптивної системи оперативного керування роботою локомотивів та локомотивних бригад [Текст] / Р. В. Вернигора, Л. О. Єльнікова // Транспортні системи і технології перевезень : Зб. наук. праць ДНУЗТ. – Д.: ДНУЗТ, – 2012. – Вип. 4. – С. 25-29.

13. Вернигора, Р. В. Аналіз неравномерности грузовых перевозок на магистральном и промышленном железнодорожном транспорте [Текст] / Р. В. Вернигора, Н. И. Березовый // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – № 2/3(56). – С. 62-67.

14. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс [Текст] / С. Хайкин – М.: Издательский дом «Вильямс» – 2006. – 1104 с.

Стаття рекомендована до публікації д.т.н., проф. Д. В. Ломотько (Україна)

Надійшла до редакції 16.12.2013.

Прийнята до друку 17.12.2013.