

УДК 656.222.3

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЇЗДОПОТОКІВ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОГО ЗАЛІЗНИЧНОГО ВУЗЛА

Г. Я Мозолевич, Ю. В. Чибісов

Виконано аналіз параметрів поїздопотоків Дніпропетровського залізничного вузла. Встановлено закон розподілу випадкової величини інтенсивності поїздопотоків та випадкової величини інтервалів між поїздами, отримано диференціальні функції їх розподілу.

Ключові слова: залізничний вузол, параметри поїздопотоків, раціональні маршрути та пропуску поїздів.

There was performed an analysis of the trainflows of Dnepropetrovsk railway junction. There was also determined the distribution law of the random quantity of the trainflow intensity and random quantity of the train intervals and their differential functions were obtained.

Key words: railway junction, trainflow parameters, rational routes of the train advancing.

Выполнено анализ параметров поездопотоков Днепропетровского железнодорожного узла. Установлено законы распределения случайной величины интенсивности поездопотока и случайной величины интервалов между поездами, получены дифференциальные функции их распределения.

Ключевые слова: железнодорожный узел, параметры поездопотоков, рациональные маршруты пропуску поездов.

Вступ. Вміння раціонально розподіляти потоки поїздів як у межах залізничного вузла, так і на мережі залізниць в цілому, дозволить вирішити низку питань, пов'язаних з тривалістю доставки вантажів, обмеженням пропускної спроможності залізничних ліній, зменшенням експлуатаційних витрат. В сучасних умовах питання дослідження закономірностей зміни експлуатаційних витрат та собівартості вантажних перевезень на мережі залізниць в залежності від обсягів роботи та розмірів руху залишається актуальним.

Інформація про раціональні маршрути руху поїздопотоків за критеріями тривалості руху та вартості пропуску поїздів може бути корисною для дорожнього диспетчера. Організація руху з урахуванням даної інформації

дозволить зменшити витрати механічної роботи рухомого складу, та зменшити тривалість доставки вантажів.

Постановка задачі. Реалізація задачі визначення раціональних маршрутів руху поїздів для заданої мережі залізниць неможлива без аналізу характеристик поїздопотоків, а також параметрів одиниць потоку, характеру їх розподілу та принципу організації перевезень. В даній роботі поставлена задача вивчення характеристик поїздопотоків у Дніпропетровському залізничному вузлі статистичними методами для подальшого використання їх в моделі розподілу поїздопотоків на мережі (в тому числі у залізничному вузлі) з метою дослідження технології організації перевезень.

Аналіз зміни кількісних характеристик потоків поїздів у вузлі. До Дніпропетровського залізничного вузла надходять поїздопотоки з двох напрямків: зі станції Сухачівка (парний напрямок) та зі станцій Самарівка та Ігрені (непарний напрямок), з яких прибувають поїзди трьох категорій: поїзди у переробку, вантажні транзитні і пасажирські (рис. 1).

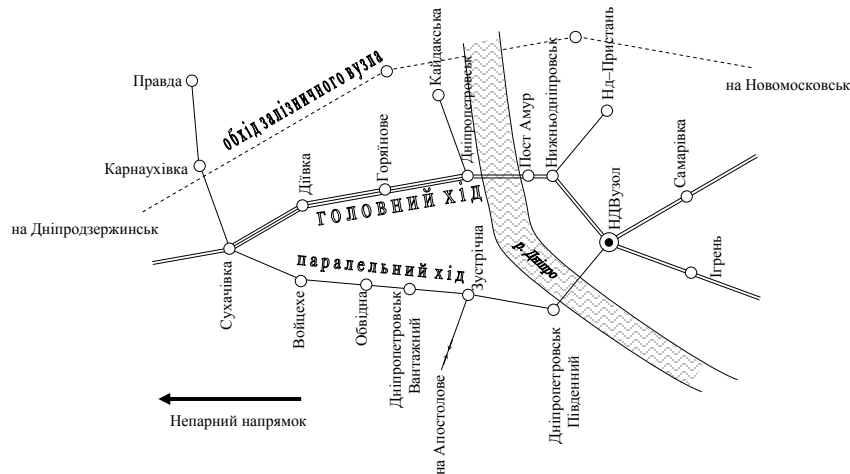


Рис. 1. Схема Дніпропетровського залізничного вузла

Також у вузлі курсують передаточні поїзди для розвозу місцевого вантажу. До станції Зустрічна примикає одноколійна ділянка Зустрічна – Апостолове, напрямку Мерефа – Херсон. Крім того, існує можливість обходу Дніпропетровського залізничного вузла – для цього прокладена одноколійна ділянка між станціями Новомосковськ та Дніпродзержинськ, довжи-

на руху по якій не набагато перевищує довжину по основному ходу (74 км проти 72 км). Діаграма розподілу поїздопотоків Дніпропетровського залізничного вузла по категоріям наведена на рис. 2.

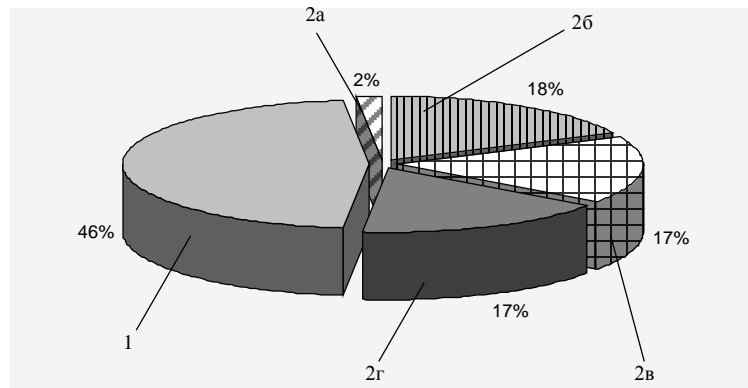


Рис. 2. Діаграма розподілу поїздопотоків Дніпропетровського залізничного вузла по категоріям: 1 – пасажирські поїзди; 2 – вантажні, в т.ч.: а) передаточні; б) транзитні; в) в розформування; г) свого формування.

Передаточні поїзди курсують тільки між тими станціями вузла, на яких виконуються незначні обсяги вантажної роботи. Зміна станцій навантаження-розвантаження місцевого вантажу при дослідженні не розглядалася. Тому перерозподіл вантажного поїздопотоків можливий для транзитних вантажних поїздів, поїздів у розформування та свого формування. Як показав аналіз, ці категорії поїздів загалом складають 52 % від загального поїздопотоків вузла, тобто більшу частину поїздопотоків. Статистичні характеристики таких категорій поїздів наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 Числові характеристики випадкової величини поїздопотоків Дніпропетровського залізничного вузла по категоріям

Напрямок	Характеристики Категорії поїздів	Математичне очікування	Дисперсія	Коефіцієнт варіації
Парний	Транзитні	33,3	33,9	0,17
	В розформування	26,7	26,7	0,19
	Свого формування	23,3	21,8	0,20
Непарний	Транзитні	27,7	29,8	0,20
	В розформування	33,3	40,8	0,19
	Свого формування	33,9	43,1	0,19

Існує два маршрути пропуску таких поїздів: через станцію Дніпропетровськ (головний хід) та через станцію Дніпропетровськ-Південний (пара-

лельний хід). Діаграму розподілу загального поїздопотoku вузла по різних ходах наведено на рис. 3.

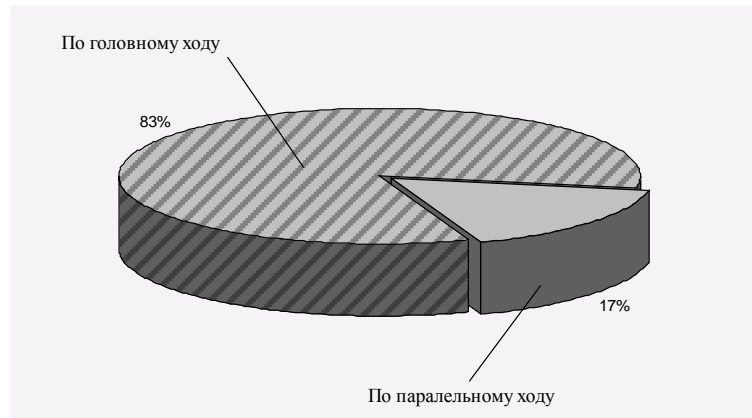


Рис. 3. Діаграма розподілу загального поїздопотoku Дніпропетровського залізничного вузла на паралельних ходах

Як видно з діаграми, розподіл поїздопотoku є досить нерівномірним. Більша частина поїздів пропускається по головному ходу, тобто по двоколінійній ділянці з триколіійною вставкою. Крім того, величина поїздопотoku по цим двох маршрутах у парному і непарному напрямках суттєво відрізняється. На рис. 4 наведено діаграми розподілу поїздопотoku у вузлі по напрямках.

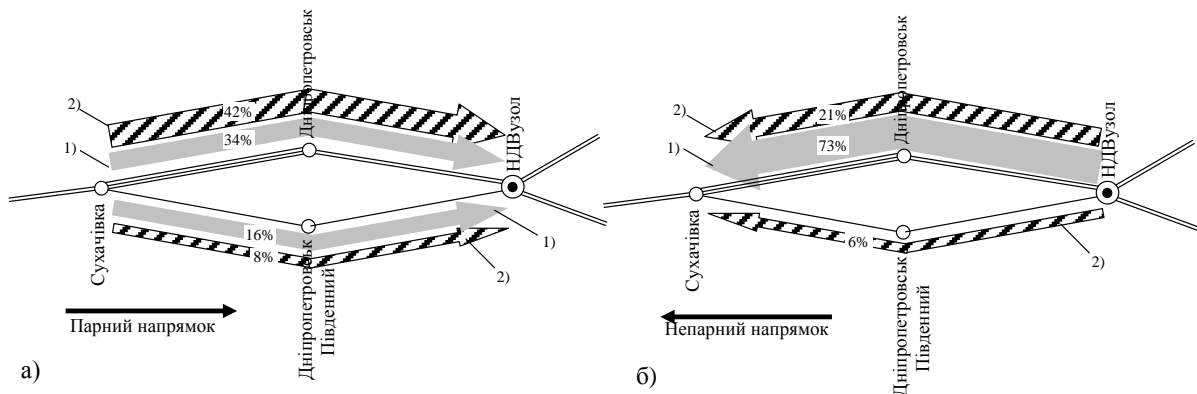


Рис. 4. Діаграма розподілу поїздопотoku Дніпропетровського залізничного вузла по напрямках: а) у парному напрямку; б) у непарному напрямку.

Умовні позначення: 1) вантажний потік; 2) пасажирський потік.

Кількість поїздів, які щодоби проходять Дніпропетровський залізничний вузол, не є постійною величиною. Ця величина коливається у межах

від 84 до 147 поїздів за добу. Гістограма розподілу випадкової величини інтенсивності поїздопотоків наведена на рис 5.

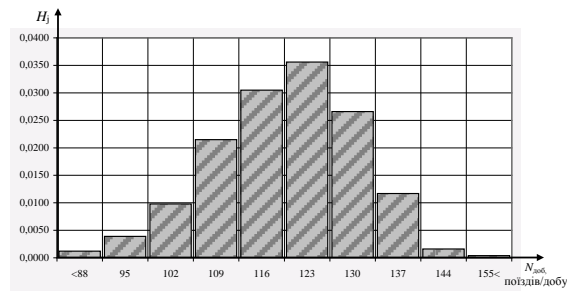


Рис. 5. Гістограма розподілу величини поїздопотоків
Дніпропетровського залізничного вузла

На рис. 6 наведено гістограму розподілу випадкової величини кількості транзитних поїздів, які надходять відповідно з непарного та парного напрямків.

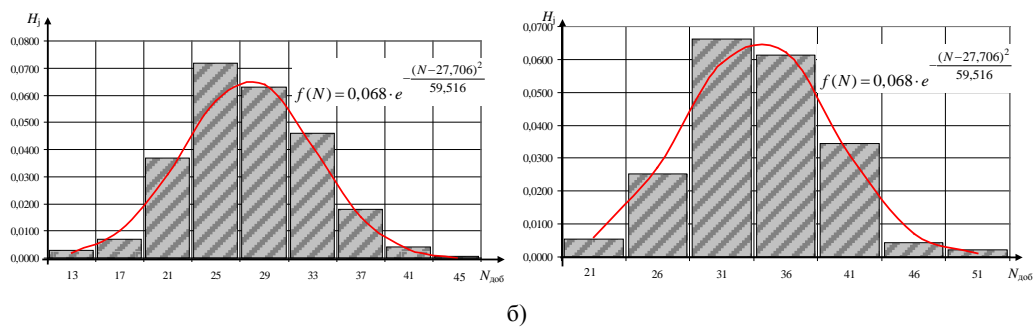


Рис. 6. Гістограма розподілу кількості транзитних поїздів за добу:
а) непарного напрямку; б) парного напрямку

Також виконано аналіз параметрів поїздопотоків з переробкою (рис. 7).

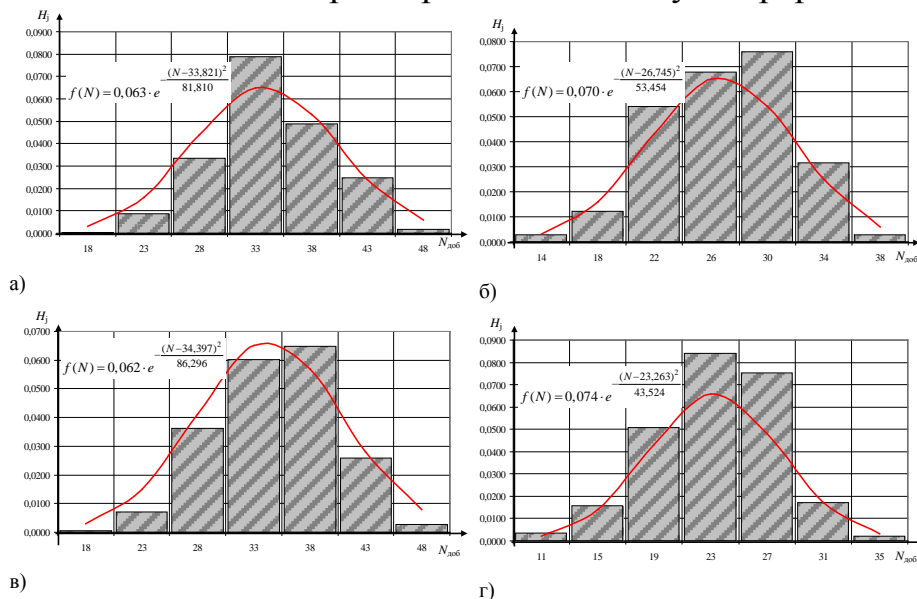


Рис. 7. Аналіз параметрів розподілу поїздопотоків з переробкою:

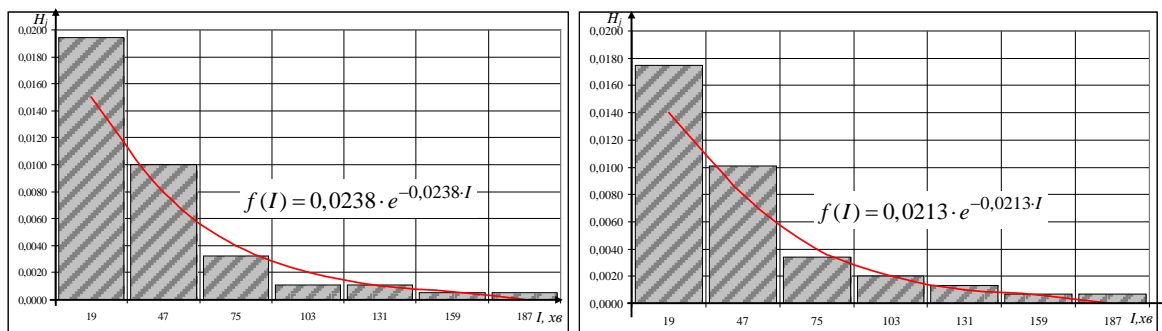
а) в розформування непарного напрямку; б) в розформування парного напрямку; в) свого формування непарного напрямку; г) свого формування парного напрямку (на вихід з вузла)

Перевірка гіпотези про нормальний закон розподілу випадкової величини кількості поїздів не суперечить статистичним даним, див. табл. 2.

Таблиця 2 Перевірка гіпотези про нормальний закон розподілу випадкової величини кількості поїздів

Напрямок	Категорія	Функція розподілу, $f(N)$	Перевірка гіпотези про нормальний закон розподілу за критерієм Пірсона		
			χ^2_p	$\chi^2_{\text{табл}}$	підтвердження гіпотези
парний	транзитні	$f(N) = 0,066 \cdot e^{-\frac{(N-33,836)^2}{67,586}}$	10,787	12,017	+
	в розформування	$f(N) = 0,070 \cdot e^{-\frac{(N-26,745)^2}{53,454}}$	10,936	12,017	+
	свого формування	$f(N) = 0,074 \cdot e^{-\frac{(N-23,263)^2}{43,524}}$	9,505	10,645	+
непарний	транзитні	$f(N) = 0,068 \cdot e^{-\frac{(N-27,706)^2}{59,516}}$	6,908	10,645	+
	в розформування	$f(N) = 0,063 \cdot e^{-\frac{(N-33,821)^2}{81,810}}$	10,139	12,017	+
	свого формування	$f(N) = 0,062 \cdot e^{-\frac{(N-34,397)^2}{86,296}}$	11,155	12,017	+

Аналіз інтенсивності вхідного поїздопотoku та встановлення закону розподілу інтервалів. Інтенсивність вхідного поїздопотoku характеризується середньою величиною інтервалу їх надходження. Гістограми розподілу інтервалів між поїздами, що надходять відповідно з парного і непарного напрямків, наведені на рис. 8.



а)

б)

Рис. 8. Гістограма розподілу випадкової величини інтервалу між поїздами: а) парного напрямку; б) непарного напрямку

За характером розподілу висунута гіпотеза про те, що інтервали між

поїздами розподілені за законом Ерланга з параметром K . Перевірка гіпотези про закон розподілу випадкових величин інтервалів виконана за допомогою критерію згоди Пірсона χ^2 [14]. Статистична обробка результатів спостережень, а також перевірка гіпотези за критерієм Пірсона показала, що немає підстав відхиляти гіпотезу про розподіл інтервалів між поїздами за законом Ерланга ($\chi^2_p < \chi^2_{\text{табл}}$; $4,78 < 7,78$; $2,64 < 7,78$). Результати статистичної обробки інтервалів вхідних поїздопотоків наведені у табл. 3.

Таблиця 3 Результати статистичної обробки інтервалів вхідних поїздопотоків

№ п/п	Напрямок	Параметри вхідного поїздопотoku				Доля поїздів даної категорії		
		$M[L]$	K	L_{\min}	$\sigma[L]$	у роз- форму- вання	транзи- тні	пасажирсь- кі
1	Парний (зі станції Сухачівка)	42,06	1	6	35,27	0,24	0,20	0,56
2	Непарний (зі станції Самарівка та Ігрені)	47,00	1	6	38,84	0,38	0,27	0,35

Висновки. Виконано аналіз параметрів розподілу поїздопотоків у Дніпропетровському залізничному вузлі. Виявлено, що розподіл поїздів на паралельних ходах вузла має нерівномірний характер: 76 % проти 24 % у парному напрямку та 94 % проти 6 % у непарному напрямку. Виконано аналіз інтенсивності вхідного потоку поїздів та встановлено, що інтервали між поїздами мають показниковий розподіл. Встановлено, що кількість поїздів розподілено за нормальними законами, отримано диференційні функції розподілу поїздопотоків. Знання характеру розподілу поїздів дозволить виконати техніко-економічні розрахунки з визначення раціональних варіантів перерозподілу поїздопотоків у Дніпропетровському залізничному вузлі, а також визначити економічний ефект, що пов'язаний зі зменшенням експлуатаційних витрат на пропуск поїздів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Шавзис, С. С. Планирование поездообразования: новые подходы и решения [текст] / С. С. Шавзис // Залізничний транспорт – 2003. – №8 – С. 43–47.
2. Ковалев, В. И. Совершенствовать организацию и управление вагонопотоками [текст] / В. И. Ковалев, А. Т. Осьминин // Железнодорожный транспорт – 2005. – №10 – С. 29–33.
3. Липовец, Н. В. Удосконалення організації пропускання вагонопотоків [текст] / Н. В. Липовец // Залізничний транспорт України – 2001. – №4 – С. 15–16.
4. Ададуров, С. Є Перевозочный процесс: направления инновационного развития [текст] / С. Є Ададуров // Железнодорожный транспорт – 2007. – №10 – С. 18–19.
5. Музикіна, Г. І. Проблема управління вантажними перевезеннями в умовах впливу економічних факторів [текст] / Г. І. Музикіна, А. С. Савенко, П. В. Бех // Вісник Академії митної служби України. – 2005. -№ 1 (25). - С. 51-57.
6. Нагорный, Е. В. Математическая модель функционирования каналов грузопотоков перевозки массовых грузов маршрутами [текст] / Е. В. Нагорный, Н. Ю. Черныш // Проблемы развития транспортных коммуникаций: Междун. сб. научн. тр. – Гомель: БелГУТ. –2000. –С. 75-83.
7. Авекитян, М. А. Совершенствовать систему показателей эксплуатационной работы [текст] / М. А. Авекитян // Железнодорожный транспорт – 2005. – №10 – С. 10–18.
8. Тулупов, Л. П. Оптимизация управления перевозками на линейном уровне [текст] / Л. П. Тулупов // Железнодорожный транспорт – 2003. – №8 – С. 34–37.
9. Долгополов, П. В. Побудова моделі корпоративної мережі управління експлуатаційною роботою залізничного вузла [текст] / П. В. Долгополов // Збірник наукових праць УкрДАЗТ – Вип. 62 – Харків, 2004. – С. 31–37.
10. Бутко, Т. В. Удосконалення роботи залізничних вузлів при впровадженні варіантних технологій [текст] / Т. В. Бутко, Д. В. Ломотько, О. А. Малахова // Збірник праць КУЕТТ – 2003. Вип.4 – С. 56–60.
11. Елисеев, С. Ю. Концепция управления грузовыми перевозками в транспортных узлах с применением логистических центров [текст] / С. Ю. Елисеев // Вестник транспорта – 2006 – №2 – С. 12–14.
12. Мишко, С. П. Модель оперативного управління вантажними потоками залізничного вузла в термінах мереж Петрі [текст] / С. П. Мишко // Економіст, 2005. – № 8 – С. 77–79.
13. Лаврухін, О. В. Застосування апарату нечітких нейронних мереж для моделювання системи управління роботою залізничного вузла [текст] / О. В. Лаврухін, В. В. Петрушов // Збірник наукових праць ДонІЗТ, 2006 – №5 – С. 13–17.
14. Федотов, Н. И. Применение теории вероятности в транспортных расчетах [текст] / Н. И. Федотов, А. В. Быкадоров // Новосибирск – 1969. – 185 с.