

Література

1. Оберман Р. М. М. Счет и счетчики / Р. М. М. Оберман. – М.: Радио и связь, 1984. – 176 с.
2. Борисенко А.А. Биномиальные счетные устройства / А.А. Борисенко, В.В. Гриненко, А.Е. Горячев, С.В. Костель, В.В. Петров // Вісник Сумського державного університету.– Суми: СумДУ.– 2008. –№ 1.– С. 147-157.
3. А.с. 1077054 СССР МКИЗОЗК 23/00. Счетчик импульсов / А.А. Борисенко, И.Д. Пузько, Л.А. Стеценко (СССР). - № 3479062 / 18 – 21; Заявлено 27.07.82 // Открытия. Изобретения. 1984, № 8, - С. 197.
4. Куно Г.В. Разработка специализированных самоконтролируемых цифровых устройств на основе биномиальных двоичных: Дис. канд. техн. наук: 05.13.05 / Геннадий Викторович Куно. – Харьков: Харьковский политехнический институт, 1987. – 187 с.
5. Борисенко А.А. Биномиальный счет и счетчики: монография / А.А. Борисенко. – Сумы, Изд-во СумГУ, 2008. – 152 с.
6. Бережная О.В. Методы и алгоритмы адаптивного равновесного кодирования на основе биномиальных чисел для информационных систем: Дис. канд. техн. наук: 05.13.06 / Ольга Владимировна Бережная. – Харьков, 2002. – 208 с.
7. Борисенко А.А. Синтез автоматов с регулярной структурой для генерирования кодов с постоянным весом / А.А. Борисенко, С.И. Губарев, Г.В. Куно, В.А. Алексеев // Автоматизированные системы управления и приборы автоматизации. – 1987, - Вып. 81. с. 101-104.

В статті наведена методика розрахунку загальних витрат вагоно-годин та запропоновано комплексний критерій якості функціонування транспортного вузла, що дає можливість виявляти неузгодженості у роботі вузла та через систему підтримки прийняття рішень своєчасно їх усувати

Ключові слова: транспортний вузол, залізничний вузол, вагоно-година, критерій, щільність розподілу, витрати

В статье приведена методика расчёта суммарных затрат вагоно-часов и предложен комплексный критерий качества функционирования транспортного узла, позволяющий обнаруживать несогласованности в работе узла и через систему поддержки принятия решений вовремя их устранять

Ключевые слова: транспортный узел, железнодорожный узел, вагоно-час, критерий, плотность распределения, затраты

The methodology for total car-hours costs accounting has offered in the article. The complex criterion for quality of transport nodal point functioning has proposed. The criterion allows detection of inconsistency during the operations in the transport nodal point and opportunely eliminates them through the decision support system

Key words: transport nodal point, railway nodal point, car-hour, criterion, density of distribution, expenses

УДК 656.078

ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ТРАНСПОРТНОГО ВУЗЛА

Я.В. Запара

Асистент

Кафедра «Управління вантажної та комерційної роботи»

Українська державна академія залізничного транспорту

пл. Фейєрбаха, 7, м. Харків, Україна, 61050

Контактний тел.: (093) 662-34-16

E-mail: yaroslav.z@freemail.ru

1. Вступ

Нестабільна економічна ситуація в Україні та у світі в цілому негативно впливає на роботу залізничного транспорту. В таких умовах виникає необхідність

підвищення конкуренції залізниці на ринку транспортних послуг за рахунок оптимізації її виробничих потужностей та прискорення терміну доставки вантажів до одержувачів. Чітке функціонування транспортних (зокрема залізничних) вузлів є запорукою ефективної

роботи як залізниці так і всієї транспортної мережі держави в цілому.

2. Постановка проблеми у загальному вигляді

У зв'язку з зростаючою конкуренцією на ринку транспортних послуг та постійними змінами в економічній ситуації виникає необхідність застосування новітніх логістичних підходів в усіх ланках перевізного процесу, зокрема у роботі транспортних вузлів.

Встановлено, що час перебування вантажного вагона у вузлах, в деяких випадках, перевищує нормативні значення по станціях [1], що, у більшості випадків, призводить до значного часу знаходження рухомого складу в цілому у вузлі. Таким чином, основну увагу необхідно спрямувати на усунення затримок на маршруті прямування вантажного вагона по технологічних ланцюгах системи. У випадках відхилення від існуючої роботи елементів вузла виникає необхідність застосування сучасних інформаційних технологій щодо усунення недоліків у даній технології роботи.

3. Аналіз досліджень і публікацій

Питання вдосконалення роботи елементів транспортних вузлів (зокрема залізничних вузлів) та учасників перевізного процесу достатньо висвітлювались у публікаціях як вітчизняних, так і зарубіжних вчених (В.І. Бобровський, Т.В. Бутько, А.С. Гершвальд, М.І. Данько, Д. В. Ломотько, В.К. Мироненко, К. Ю. Скалов та ін.). Останнім часом є відповідні напрацювання молодих вчених, таких як П.В. Долгополов, В.І. Мацюк, Р.Г. Коробйова. Проте здебільшого їх публікації стосуються функціонування окремих елементів вузлів, а питання комплексної оцінки роботи системи в цілому, її технологічних ланцюгів з урахування інтересів усіх учасників перевізного процесу з використанням логістичних підходів не знайшло достатнього висвітлення [2].

4. Формування цілей (постановка завдання)

Ефективна робота транспортних вузлів багато в чому є запорукою чіткої та безперервної роботи транспортної мережі держави. При цьому на перший план виходять заходи по своєчасному та ефективному реагуванню на оперативну ситуацію, що склалась у вузлі. Задача полягає у можливості оцінки ефективності технології роботи системи. Ця задача у статті розглянута на прикладі Харківського залізничного вузла.

5. Основна частина

Вхідні та вихідні потоки технічних та вантажних станцій залізничних вузлів, як відомо, включають транзитні вагони з переробкою, транзитні без переробки та місцеві вагони. Час знаходження рухомого складу у вузлі складається з часу на виконання технологічних, вантажних операцій (для місцевих вагонів) та у їх очікуванні, а також часу на внутрішньовузлові переміщення [3].

Вантажний вагон у вузлі перебуває у різних станах [4]. По цих станах, за рахунок комплексного критерію, який оцінює роботу всього вузла та окремих її підсистем, можна встановити на якому елементі системи будуть найбільші або критичні затримки вагонів та порівняти їх з нормативними. Зменшення цього часу на окремих підсистемах (станах), не завжди призведе до його скорочення на інших підсистемах (станах). Виходячи з цього транспортний вузол необхідно розглядати, як комплексну транспортну систему з визначеною системою обмежень (пропускна спроможність, наявність виробничих потужностей тощо). Критерій визначення раціонального рівня витрат, що пов'язані із знаходженням рухомого складу на певних технологічних ланцюгах у вузлі запропоновано розглядати у адитивній формі з урахуванням ймовірності перебування кількості вагонів у вузлі, часу перебування цих вагонів на станціях та їх внутрішньо вузлові переміщення.

Для вирішення цієї задачі оброблені вхідні та вихідні потоки, а також час перебування вагонів на елементах системи, що характеризують роботу станцій Харківського залізничного вузла. Виявлені основні кількісні та якісні показники роботи елементів системи, які можуть бути використані для формалізації роботи цього вузла. Результати наведено у табл. 1.

Встановлено, що вагонопотоки є пуассонівськими і підпорядковуються, у більшості випадків, згідно нормального, експоненційному та закону Ерланга різних порядків. Отримані закони розподілу перевірено на адекватність за критеріями узгодження Колмогорова-Смірнова та χ^2 -Пірсона (рис. 1 та рис. 2).

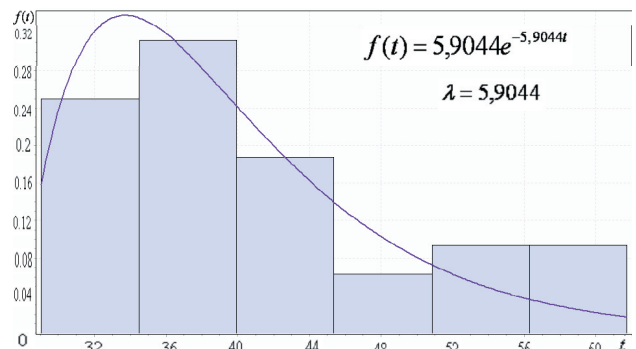


Рис. 1. Закон розподілу Ерланга 3-го порядку часу знаходження місцевих вагонів на станції Харків-Сортувальний

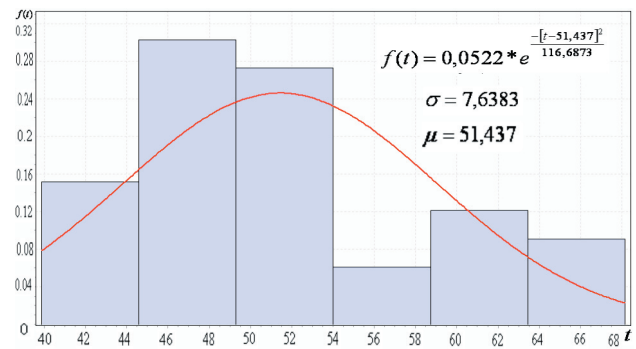


Рис. 2. Нормальний закон розподілу часу знаходження місцевих вагонів на станції Харків-Червонозаводський

Таблиця 1

Оцінка статистичних характеристик кількісних та якісних показників станцій Харківського залізничного вузла

	Харків – Сортувальний	Основа	Харків-Балашівський	Харків-Червонозаводський	Індустріальна	Куряж	Рогань	Нова-Баварія	Залютіно
1. Потік місцевих вагонів									
Закон розподілу	Норм.	Норм.	Норм.	Норм.	Норм.	Ерланга	Норм.	Норм.	Ерланга 3п
Матем.сподівання,ваг	798,27	1199,3	1400,5	832,06	1722,1	662,85	351,55	174,94	153,15
Станд.відхилення,ваг	299,63	343,7	433,67	203,83	516,87	154,52	108,31	69,245	45,03
2. Потік транзитних вагонів з переробкою									
Закон розподілу	Ерланга	Ерланга 3п	Ерланга 3п	Експоненц.	-	Ерланга 3п	-	Норм.	Ерланга 3п
Матем.сподівання,ваг	14165	46453	748,27	32,14	-	411,48	-	170,33	307,18
Станд.відхилення,ваг	3142,7	8747,9	347,13	57,56	-	142,75	-	103,61	85,471
3. Потік транзитних вагонів без переробки									
Закон розподілу	Норм.	Ерланга	Експоненц.	-	-	-	-	Ерланга	-
Матем.сподівання,ваг	8057,1	31988	319,58	-	-	-	-	1952,1	-
Станд.відхилення,ваг	5480,4	7826,3	227,25	-	-	-	-	2562,1	-
4. Час знаходження місцевого вагона									
Закон розподілу,год	Ерланга 3п	Норм.	Ерланга	Норм.	Норм.	Ерланга	Норм.	Ерланга 3п	Ерланга 3п
Матем.сподівання,год	42,73	67,35	77,47	51,44	71,66	49,04	48,78	54,79	41,16
Станд.відхилення,год	13,95	21,44	24,9	7,64	20,4	10,62	20,63	20,39	14,6
5. Час знаходження транзитного вагона з переробкою									
Закон розподілу	Ерланга	Норм.	Норм.	Ерланга	-	Ерланга	-	Експоненц.	Експоненц .2п
Матем.сподівання,год	30,13	18,14	4,25	19,5	-	15,05	-	200,34	3,73
Станд.відхилення,год	21,13	5,96	1,19	11,69	-	6,42	-	335,8	2,84
6. Час знаходження транзитного вагона без переробки									
Закон розподілу	Ерланга 3п	Норм.	Ерланга	-	-	-	-	Ерланга	-
Матем.сподівання,год	5,29	2,19	6,16	-	-	-	-	12,82	-
Станд.відхилення,год	2,99	0,8	8,5	-	-	-	-	28,45	-

Для визначення раціонального рівня витрат, пов'язаних з часом перебування вагонів у транспортному вузлі, пропонується визначати загальні вагоно-години на певних технологічних ланцюгах. Як відомо, залізничний вузол є складною системою, яка розділена на підсистеми [5], і його роботу можна представити у вигляді графів станів перебування рухомого складу у вузлі.

Граф стану знаходження вантажного вагона у Харківському залізничному вузлі зображено на рис. 3.

З урахуванням маршруту переміщення вагона у вузлі, середні значення вхідних та вихідних потоків вантажної та технічної станції, значення знаходження вагонів на цих станціях за певний проміжок часу (доба, тиждень, місяць), можливо зробити розрахунок витрат вагоно-годин при детермінованому режимі роботи вузла

$$C_{в}^{факт} = (n_{м}^B * t_{м}^B + n_{тр.б/п}^B * t_{тр.б/п}^B + n_{тр.п}^B * t_{тр.п}^B) + n_{пер} * t_{пер} + (n_{м}^T * t_{м}^T + n_{тр.б/п}^T * t_{тр.б/п}^T + n_{тр.п}^T * t_{тр.п}^T) \quad (1)$$

де $n_{м}^B, n_{м}^T$ - кількість місцевих вагонів відповідно на вантажній та технічній станціях вузла, ваг;

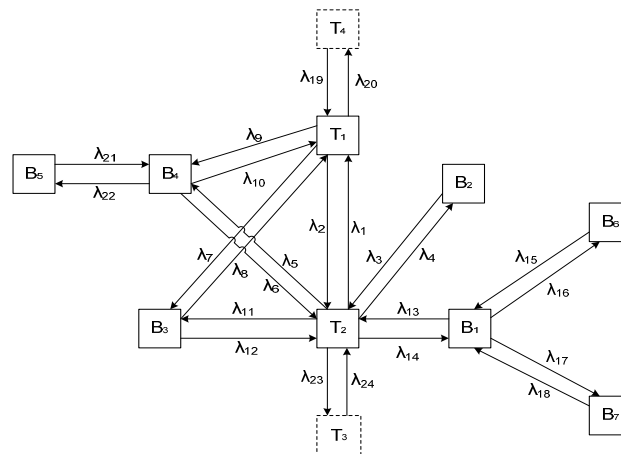


Рис. 3. Граф станів вантажного вагона у Харківському вузлі

T₁ – знаходження вантажного вагона на і-й технічній станції (T₁ – Харків – Сортувальний; T₂ - Основа), год.;

B₁ – знаходження вантажного вагона на і-й вантажній станції (B₁ – Харків – Балашівський; B₂ – Харків - Червонозаводський; B₃ – Нова – Баварія; B₄ – Залютіно; B₅ – Куряж; B₆ – Індустріальна; B₇ – Рогань), год.;

λ_i - інтенсивності потоків переходів вагону із стану в стан, ваг/год.

$n_{тр,б/п}^B, n_{тр,б/п}^T$ - кількість транзитних вагонів без переробки на вантажній та технічній станціях вузла, ваг;
 $n_{тр,п}^B, n_{тр,п}^T$ - кількість транзитних вагонів з переробкою на вантажній та технічній станціях вузла, ваг;

$t_m^B, t_{тр,б/п}^B, t_{тр,п}^B$ - час знаходження місцевого вагона, транзитного без переробки та транзитного з переробкою на вантажній станції вузла, год;

$t_m^T, t_{тр,б/п}^T, t_{тр,п}^T$ - час знаходження місцевого вагона, транзитного без переробки та транзитного з переробкою на технічній станції вузла, год.

$n_{пер}$ - кількість вагонів, що переміщуються у вузлі, ваг;

$t_{пер}$ - час на внутрішньо вузлові переміщення, год.

При стохастичному режимі роботи вузла формула (1) буде мати вигляд

$$C_2^{факт} = \int_0^{n_{max}} f_{11}(n)dn \int_0^{t_{max}} f_{21}(t)dt + \int_0^{n_{max}} f_{12}(n)dn \int_0^{t_{max}} f_{22}(t)dt + \int_0^{n_{max}} f_{13}(n)dn \int_0^{t_{max}} f_{23}(t)dt + \dots + n_{пер} * t_{пер} + \int_0^{n_{max}} f_{14}(n)dn \int_0^{t_{max}} f_{24}(t)dt + \int_0^{n_{max}} f_{15}(n)dn \int_0^{t_{max}} f_{25}(t)dt + \int_0^{n_{max}} f_{16}(n)dn \int_0^{t_{max}} f_{26}(t)dt$$

де $f_{1n}(n)dn$ - щільності розподілу вхідних та вихідних потоків відповідно на вантажній та технічній станціях;

$f_{2n}(t)dt$ - щільності розподілу часу знаходження рухомого складу відповідно на вантажній та технічній станціях.

Наприклад, ті вагони, які прибувають до станції та відправляються зі станції Харків-Червонозаводський, потрапляють з(на) технічної(у) станції(ю) Основа. Фактичні сумарні середньомісячні вагоно-години на цьому технологічному ланцюгу згідно формули (2) дорівнюють

$$C_B^{факт} = 832,06 * 51,437 + 832,06 * 0,08 + 832,06 * 2,18888 = 44686,44 \text{ ваг-год}$$

Формула (1) та (2) може приймати більш розгорнутий вигляд у випадку, коли вантажні вагони прямують до пункту призначення через інші вантажні та(або) технічні станції вузла (рис. 4). В цьому випадку до формули додаються складові по станціях та ділянках, на яких перебував рухомий склад на шляху прямування.

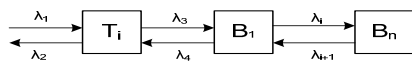


Рис. 4. Граф можливих станів вантажного вагона у технологічному ланцюгу транспортного вузла

Ефективність роботи вузла пропонується визначати за допомогою критерія якості функціонування системи (транспортного вузла)

$$K_{\phi} = \frac{C_B^{min}}{C_B^{факт}} \quad K_{\phi} \in [0,1], \quad (3)$$

де C_B^{min} - мінімально можливі витрати при раціональній технології роботи вузла, ваг-год;

$C_B^{факт}$ - фактичні витрати існуючої технології роботи вузла, ваг-год.

За допомогою цього критерія можливо оцінити роботу усіх технологічних ланцюгів системи. У разі виявлення неефективної роботи системи (її елементів) необхідне реагування оперативних працівників через систему підтримки прийняття рішень (СППР) у складі

автоматизованого робочого місця (АРМ) вузлового диспетчера. Це дозволить вчасно усунути існуючі недоліки у роботі, як певних елементів так і вузла в цілому.

Велика кількість затримок рухомого складу виникає на станціях вузла внаслідок неузгодженості їх технологій. Так, основні затримки на станціях відбуваються із-за недостатньо чіткої взаємодії станції та під'їзних колій підприємств, які належать різним власникам (34,2 % у загальних затримках). Значні затримки також спричиняються знаходженням вагонів під митними операціями (32,5 %) та очікуванням переадресування (26,7 %). Зокрема перший елемент неузгодженості технології роботи вузла (взаємодія станції та під'їзної колії підприємств) можна мінімізувати на основі системної оптимізації, методи якої дозволяють врахувати інтереси різних учасників транспортного процесу [6] (у даному випадку станцій та під'їзних колій підприємств).

6. Висновки

Визначення сумарних витрат вагоно-годин на певних технологічних ланцюгах вузла і у залізничному вузлі в цілому дозволить оцінити технологію роботи вузла та окремих його елементів шляхом використання запропонованого комплексного критерія якості оцінки функціонування системи, а саме:

- 1) комплексно оцінити технологію роботи вузла з вантажними вагонами та можливість порівняння показників роботи різних залізничних вузлів;
- 2) виявляти технологічні неузгодженості у роботі вузла при взаємодії його підсистем (під'їзні колії, вантажні та технічні станції тощо), що дозволить через систему підтримки рішень своєчасно вносити корективи у технологію роботи елементів вузла;
- 3) зменшити обіг вантажного вагона по конкретним залізницям та в цілому по мережі залізниць за рахунок більш раціонального використання рухомого складу у залізничних вузлах.

Література

1. Дослідження зміни часу знаходження місцевих вагонів у Харківському вузлі. Ломотько Д.В., Запара Я.В // Зб.наук.праць – Донецьк: ДонІЗТ, - 2009. – №17. – С.9-17.
2. Козаченко Д.М. Програмний комплекс для імітаційного моделювання роботи залізничних станцій на основі добового план-графіку / Д.М. Козаченко, Р.В. Вернигора, Р.Г. Коробйова // Залізничний транспорт України. – 2008. - №4. – С. 18-20.
3. Ветухов Е.А., Аветикян М.А.. Комплексные методы сокращения простоя вагонов // М.: Транспорт. – 1986. – С. 13-14.
4. Котенко А.М. Управление вантажною і комерційною роботою на залізничному транспорті: Підручник. – Ч.2. – Харків: ПП видавництва «Нове слово», 2003.
5. Скалов К.Ю., Стефаненко М.Н., Попова Н.Ф. Транспортные узлы (Определение мощности устройств) – М.: Транспорт, 1985. – 200 с.
6. Голлевский М.Д., Абу Зейд М. Управление большими системами на основе системной оптимизации при нечеткой исходной информации // «Управление большими системами».- М.: Ин-т проблем управления РАН, 1997. – С.140.