

І. Л. ЖУРАВЕЛЬ, В. В. ЖУРАВЕЛЬ, М. О. ДУДКА (Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна)

РАЦІОНАЛЬНА ВЗАЄМОДІЯ СОРТУВАЛЬНОЇ ТА ВАНТАЖНИХ СТАНЦІЙ У ЗАЛІЗНИЧНОМУ ВУЗЛІ

Розглянуто питання підвищення ефективності функціонування залізничного вузла шляхом оптимізації взаємодії транспортних об'єктів. Вузол розглянуто як двофазну систему масового обслуговування «сортувальна станція – вантажні станції – під'їзні колії». Визначено основні фактори, які найбільш впливають на показники роботи системи. Шляхом порівняння варіантів за експлуатаційними витратами, що відрізняються, визначено найбільш ефективний варіант взаємодії сортувальної та вантажних станцій у залізничному вузлі.

Рассмотрен вопрос повышения эффективности функционирования железнодорожного узла путем оптимизации взаимодействия транспортных объектов. Узел рассмотрен как двухфазная система массового обслуживания «сортировочная станция – грузовые станции – подъездные пути». Определены основные факторы, наиболее влияющие на показатели работы системы. Путем сравнения вариантов по отличающимся эксплуатационным расходам установлен наиболее эффективный вариант взаимодействия сортировочной и грузовых станций в узле.

A question is considered of rise of efficiency of functioning of railway knot by optimization of co-operation of transport objects. A knot is considered as a diphasic queuing system «marshalling yard – freight stations – access roads». Basic factors are definite, having most influence on the indexes of work of the system. By comparison of variants on different running expenses the most effective variant is set of co-operation of sorting and freight stations in knot.

Вступ

В умовах ринкової економіки для якісного обслуговування вантажовласників і розширення транспортних зв'язків із закордонними країнами велике значення має розвиток вантажних станцій України, як однієї з ланок транспортної системи на шляху прямування експортно-імпортних, транзитних і місцевих вантажів.

У даний час перед транспортними вузлами стоять складні задачі, що пов'язані з захистом економічних інтересів держави, з одного боку, та із забезпеченням сприятливих умов для перевізників і вантажовласників – з іншого. Для прискорення процесу доставки вантажів необхідно максимально скоротити витрати часу на виконання вантажних і технічних операцій.

У цій ситуації потрібно досконало визначати технологію роботи транспортних об'єктів, параметри їх функціонування та відповідно до них проводити оптимізацію або технічне переоснащення даних об'єктів. Чітка погоджена діяльність усіх взаємодіючих ланок перевізного процесу дозволяє значно зменшити витрати на їх функціонування.

Аналіз досліджень і публікацій

В цілому, питанням раціонального розподілу сортувальної роботи у вузлі між сортувальною та вантажними станціями присвячено достатньо велику кількість робіт, серед яких [2-5].

Робота [2] містить запропоновану методику раціонального розподілу сортувальної роботи у вузлі між сортувальною та вантажною станціями шляхом порівняння зведених витрат.

В роботі [3] наведено аналіз взаємодії станцій у вузлах. Так як на більшості проаналізованих вантажних станцій кількість сортувальних колій є меншою за розрахункову, то місцеві вагони, що надходять у складах передавальних поїздів, сортуються повторно кілька разів перед тим, як вони будуть подані на вантажні фронти. Це викликає значні простой рухомого складу та додаткові експлуатаційні витрати на маневрову роботу. Виконання закінчення формування таких складів з добіркою груп вагонів за вантажними фронтами на гірці вузлової сортувальної станції є до 5 разів більш економічним, ніж на вантажній станції, за умов наявності достатнього резерву її переробної спроможності.

Питання удосконалення роботи сортувальної станції у залізничному вузлі шляхом скорочення простою за рахунок налагодження взаємодії між станціями вузла розглянуто в роботі [4]. Автори роботи вважають, що головним шляхом для скорочення простоїв на станції є зменшення тривалості простою поїздів по прийманню за рахунок узгодження роботи парку приймання і прилеглих ділянок з передвузловими станціями.

Авторами роботи [5] запропоновано на технічних станціях залізничних вузлів формувати

© Журавель І. Л., Журавель В. В., Дудка М. О., 2011

багатогрупні передавальні поїзди з добіркою вагонів за вантажними фронтами, а вантажні станції використовувати тільки для подавання підібраних груп на fronti. При цьому для системи «сортувальна станція – вантажна станція» обґрунтування доцільності формування на сортувальній станції таких багатогрупних передавальних поїздів виконується шляхом порівнянням варіантів. Вирішення такого питання для великих вузлів з 1-3 технічними та десятками вантажних станцій простим перебиранням варіантів є достатньо складним, тому запропоновано математичні методи для скорочення обсягів перебірки варіантів.

Мета статті та виклад основного матеріалу

Метою виконаних досліджень є підвищення ефективності функціонування системи «сортувальна станція – вантажні станції – під'їзні колії» за рахунок раціональної взаємодії транспортних об'єктів на прикладі залізничного вузла (рис. 1), до складу якого входять двостороння сортувальна станція (СС) В, дві пасажирські станції Дн і ДП, дві вантажні станції (ВС) Н і ДВ і чотири проміжних – См, І, Вс, Сх.

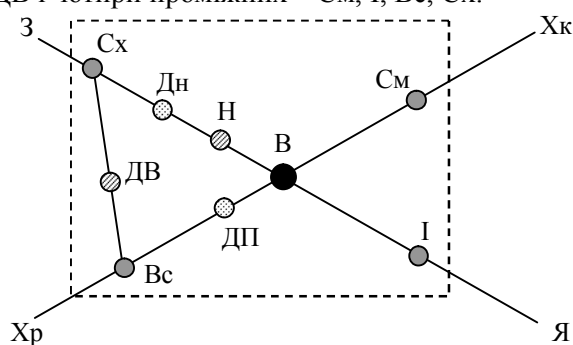


Рис. 1. Принципова схема залізничного вузла

За обсягом роботи станція В є позакласною та складається з двох сортувальних систем. Під час досліджень розглянуто непарну систему станції з послідовним розташуванням приймального (6 колій), сортувально-відправного (31 колія) та відправного парків (10 колій). Транзитний парк (5 колій) розташовано паралельно до приймального. Для переробки вагонопотоків у системі використовується механізована сортувальна гірка великої потужності.

Вантажна станція Н за обсягом роботи віднесена до 1 класу. Колійний розвиток станції складається з приймально-відправного (5 колій) і сортувально-відправного (4 колій) парків. Для розформування та формування составів поїздів використовується гірка малої потужності. До станції примикають п'ять під'їзних колій (ПК) – «НТЗ», «ДСЗ», «Серв», «Геол», «ДПФ».

Вантажна станція ДВ за обсягом роботи віднесена до 2 класу. Колійний розвиток станції складається з приймально-відправного (5 колій) і сортувально-відправного (8 колій) парків. Для розформування-формування составів використовується гірка малої потужності. До станції примикають три ПК – «Шина», «Локо», «ПЗТ».

Систему «СС – ВС – ПК», розглянуто як двофазну систему масового обслуговування, що складається з двох підсистем: 1) СС – ВС; 2) ВС – ПК.

На підставі обробки статистичних даних (рис. 2, 3) визначено [1] основні числові характеристики розподілу випадкової величини добової кількості вагонів, які надходять на під'їзні колії (табл. 1, 2): середнє статистичне значення $M[m]$, статистичну дисперсію $D[m]$, середньоквадратичне відхилення $\sigma[m]$, коефіцієнт варіації v . Ці дані в подальшому використовувалися для моделювання роботи станцій, що розглядалися.



Рис. 2. Загальна добова кількість вагонів, що надходять на «ДСЗ»

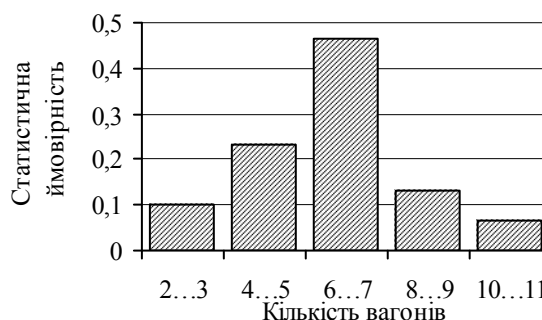


Рис. 3. Загальна добова кількість вагонів, що надходять на «Локо»

Оптимальний склад передавального поїзда за мінімумом витрат на локомотиво- та вагоно-години [6] визначено за виразом

$$m_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{(2L + vt_{\text{ст}}) N_{\text{max}} e_{\text{лг}}}{24ve_{\text{вр}}}}, \quad (1)$$

де v - дільнична швидкість руху поїздів, км/год;

Таблиця 1

Параметри розподілу кількості вагонів, що надходять на під'їзні колії станції Н

Під'їзна колія		$M[m]$	$D[m]$	$\sigma[m]$	v
«НТЗ»	Всього	38,5	194,85	13,96	0,36
	Навантажені	23,8	171,56	13,10	0,55
	Порожні	14,9	74,26	8,62	0,58
	Піввагони	35,7	164,61	12,83	0,36
	Криті вагони	3,8	5,76	2,4	0,63
«ДСЗ»	Всього	4,4	6,84	2,62	0,60
	Навантажені	3,1	4,64	2,15	0,69
	Порожні	1,9	0,64	0,80	0,42
	Піввагони	2,8	3,56	1,89	0,67
	Платформи	2,2	2,49	1,58	0,73
«Серв»	Всього	2,5	1,80	1,34	0,54
«Геол»	Всього	2,2	1,42	1,19	0,55
«ДПФ»	Всього	2,2	1,73	1,31	0,59

Таблиця 2

Параметри розподілу кількості вагонів, що надходять на під'їзні колії станції ДВ

Під'їзна колія		$M[m]$	$D[m]$	$\sigma[m]$	v
«Шина»	Всього	14,1	19,57	4,42	0,31
	Навантажені	9,8	14,60	3,82	0,39
	Порожні	4,7	6,21	2,49	0,53
	Криті вагони	9,8	15,45	3,93	0,4
	Інші вагони	4,6	4,46	2,11	0,46
«Локо»	Всього	6,2	4,02	2,01	0,33
	Навантажені	3,8	2,60	1,61	0,43
	Порожні	2,4	1,26	1,12	0,46
	Піввагони	4,7	4,00	2,00	0,43
	Інші вагони	1,8	0,56	0,75	0,41
«ПЗТ»	Всього	4,3	2,76	1,66	0,39
	Навантажені	2,6	1,78	1,33	0,51
	Порожні	1,9	0,91	0,95	0,50

L – довжина перегону між сортувальною та вантажною станціями, км;

$t_{ст}$ – тривалість знаходження локомотива на СС та ВС за час одного обороту, год.;

$e_{лг}$ – вартість однієї локомотиво-години роботи локомотива, грн.;

$e_{вг}$ – вартість однієї вагоно-години, грн.;

N_{max} – максимальна добова кількість вагонів, що надходять на вантажну станцію у передавальних поїздах, яку згідно з [6] визначено за виразом

$$N_{max} = k_n \bar{N}, \quad (2)$$

де k_n – коефіцієнт нерівномірності надходження вагонів на ВС;

\bar{N} – середньодобова кількість вагонів, що надходять на ВС у передавальних поїздах.

На підставі розрахунків оптимальний склад передавального поїзда становить для станції Н – 38 вагонів, для станції ДВ – 28 вагонів.

Під час досліджень виконано розробку трьох варіантів взаємодії сортувальної та вантажних станцій у вузлі:

1. Відправлення поїздів зі станції В на станції Н і ДВ з випадковими інтервалами без добірки вагонів за вантажними фронтами ПК, що обслуговуються станціями Н і ДВ.

2. Рівномірне відправлення поїздів зі станції В на вантажні станції без добірки вагонів за вантажними фронтами ПК.

3. Рівномірне відправлення поїздів зі станції В на вантажні станції з добіркою вагонів за вантажними фронтами ПК, що обслуговуються станціями Н і ДВ, на сортувальній станції.

Варіант 3 дає можливість для вантажних станцій скоротити: 1) тривалість знаходження вагонів; 2) витрати, що пов'язані з утриманням сортувальних пристроїв і колій; 3) витрати на утримання персоналу, який безпосередньо задіяний у розформуванні составів. Але при цьому на сортувальній станції В для добірки вагонів за вантажними фронтами необхідно виконувати повторне сортування вагонів, що викликає додаткові витрати локомотиво-години роботи гіркового локомотива, витрати дизельного палива та може викликати додаткові простой транзитного вагонопотоку з переробкою.

Під час досліджень формалізовано технологію функціонування транспортного об'єкта «сортувальна станція» та підсистеми «вантажна станція – під'їзні колії».

Для отримання показників функціонування системи «сортувальна станція – вантажні станції – під'їзні колії» використано метод імітаційного графічного моделювання.

На підставі графічної моделі функціонування сортувальної станції В визначено добову тривалість знаходження на станції транзитних вагонів з переробкою, яка для варіанта 1 дорівнює 9363,5 ваг-год, для варіанта 2 – 9246,15 ваг-год, для варіанта 3 – 9373,37 ваг-год.

Порівнюючи результати моделювання роботи станції В за варіантами, можна зробити висновки, що тривалість знаходження на станції транзитних вагонів з переробкою у варіанті 3 збільшилася у порівнянні з варіантом 1 на 0,1 %, а у порівнянні з варіантом 2 на 1,4 %.

Факторами, які найбільше вплинули на погіршення показників роботи сортувальної станції В у 3 варіанті є додаткова тривалість повто-

рною сортування вагонів, очікування закінчення формування составів передавальних поїздів, які відправляються на станції ДВ і Н, а також збільшення тривалості знаходження вагонів під накопиченням.

На підставі графічних моделей функціонування вантажних станцій ДВ, Н і ПК визначено величини добової тривалості знаходження місцевих вагонів по варіантах:

1) для станції ДВ – 606,7 ваг-год, для станції Н – 958,4 ваг-год;

2) для станції ДВ – 603,71 ваг-год, для станції Н – 949,88 ваг-год;

3) для станції ДВ 3 – 601,89 ваг-год, для станції Н – 895,75 ваг-год.

Порівнюючи результати моделювання роботи вантажних станцій ДВ, Н і ПК за трьома варіантами можна зробити висновки, що у варіанті 3 порівняно з варіантами 1 і 2 зменшилася тривалість знаходження на станції місцевих вагонів, а саме:

1) на станції ДВ у порівнянні з варіантом 1 на 0,8 %, з варіантом 2 на 0,3 %;

2) на станції Н у порівнянні з варіантом 1 на 7 %, з варіантом 2 на 6 %.

Вказані зміни відбулися, у першу чергу, за рахунок відсутності сортування вагонів на цих вантажних станціях.

Порівняння варіантів виконано на підставі експлуатаційних витрат, які відрізняються, а саме: на утримання колій, стрілочних переводів і пристроїв електричної централізації на вантажних станціях; на паливо для маневрових локомотивів, які працюють на вантажних і сортувальних станціях; що пов'язані зі знаходженням вагонів на вантажних і сортувальних станціях; що пов'язані з утриманням експлуатаційного штату, який безпосередньо задіяний у розформуванні составів, на вантажних станціях.

Річні експлуатаційні витрати у разі відправлення поїздів з сортувальної станції В на вантажні станції Н і ДВ з випадковими інтервалами (варіант 1) складають 18185,765 тис. грн., у разі рівномірного відправлення поїздів зі станції В на станції Н і ДВ (варіант 2) – 17984,243 тис. грн., а у разі рівномірного відправлення поїздів з сортувальної станції В на станції Н і ДВ і добірки вагонів по вантажних фронтах на станції В (варіант 3) – 17184,859 тис. грн. Таким чином, під час економічного порівняння варіантів виявилось, що експлуатаційні витрати у третьому варіанті є найменшими. Економія витрат при цьому складає: у порівнянні з першим варіантом – 5,8 %, у порівнянні з другим варіантом – 4,7 %.

Висновки

1. Найбільш ефективним є рівномірне відправлення поїздів з сортувальної станції на вантажні станції з добіркою вагонів по вантажних фронтах під'їзних колій, що обслуговуються цими станціями, на сортувальній станції за допомогою повторного сортування.

2. Збільшення тривалості знаходження транзитних з переробкою вагонів на сортувальній станції для забезпечення рівномірності підходу поїздів на вантажні станції та добірки вагонів по вантажних фронтах окупається за рахунок зменшення тривалості знаходження вагонів на цих станціях, а також відсутності витрат на утримання на них сортувальних колій, сортувальних гірок і експлуатаційного штату, який задіяний безпосередньо у розформуванні составів. Також, спостерігається зменшення тривалості роботи маневрових локомотивів вантажних станцій в режимі тяги та витрат дизельного палива.

БІБЛЮГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Акулиничев, В. М. Математические методы в эксплуатации железных дорог [Текст]: учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп. / В. М. Акулиничев, В. А. Кудрявцев, А. Н. Корешков. – М.: Транспорт, 1981. – 223 с.

2. Макуха, А. М. Исследование организации движения передаточных поездов в железнодорожных узлах [Текст]: автореферат дис. ... канд. техн. наук: 05.22.08 - Новосибирск: НИИЖТ, 1973. – 22 с.

3. Крячко, К. В. Організація сумісної технології роботи станцій у залізничному вузлі [Текст]. / К. В. Крячко // Зб. наук. праць «Концепція підвищення ефективності вантажних перевезень на залізничному транспорті» – 1998. – Вип. 33. – Х.: ХарДАЗТ, 1998. – С. 68-72.

4. Петрушков, В. В. Проблема удосконалення роботи сортувальної станції у залізничному вузлі в сучасних умовах [Текст]. / В. В. Петрушков, М. Є. Рябошапко // Зб. наук. праць «Концепція підвищення ефективності вантажних перевезень на залізничному транспорті» – 1998. – Вип. 33. – Х.: ХарДАЗТ, 1998. – С. 84-87.

5. Коробйова, Р. Г. Совершенствование переработки местных вагонопотоков в железнодорожных узлах [Текст]. / Р. Г. Коробйова, И. Е. Левицкий // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – № 23. – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2008. – С. 104-107.

6. Методические указания по проектированию железнодорожных узлов и станций № 111 [Текст] – К.: Киевгипротранс, 1987. – 28 с.

Надійшла до редколегії 31.01.2011.

Прийнята до друку 31.01.2011.