

УДК 656.223

АНАЛІЗ ШЛЯХІВ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ВАГОНОПОТОКІВ**Чернецька-Білецька Н.Б., Шепітько О.В., Рябчиков А.В.****ANALYSIS OF WAYS TO IMPROVE THE SYSTEM FOR CARRIAGE FLOWS ORGANIZATION****Chernetckaya-Beletskaya N., Shepit'ko O., Ryabchikov A.**

У статті виконано аналіз сучасного стану системи організації вагонопотоків, зауважено актуальність її вдосконалення, як один зі шляхів зниження собівартості перевезень. В процесі вивчення наукової літератури щодо напрямку досліджень виявлено, що одним з елементів вдосконалення системи організації вагонопотоків є автоматизація розрахунку мережного плану формування поїздів, з урахуванням оптимізації алгоритму рішення. Зазначено, що удосконалення системи організації вагонопотоків дозволить не лише зменшити витрати на здійснення перевізного процесу, а й поліпшити фінансовий стан залізниці.

Ключові слова: аналіз, вагонопотік, мережа, показники, система, транспорт.

Постановка проблеми. Відомо, що робота залізничного транспорту тісно взаємопов'язана з економікою нашої країни. Процеси організації, здійснені на залізничному транспорті, поставили ряд завдань перед галуззю. Однією з найважливіших проблем є зниження собівартості перевезень, в якій займає ключову позицію система раціональної організації мережних вагонопотоків [1]. Завданням системи організації вагонопотоків є раціональне формування одногрупних поїздів, відправних та ступінчастих маршрутів. При цьому необхідно оптимально розподілити роботу між сортувальними та дільничними станціями мережі, щоб витрати, пов'язані з використанням технічних засобів, були мінімальні. Організація вагонопотоків включає в себе відправницького маршрутизацію поїздів і план формування з технічних станцій. При цьому необхідно добиватися збільшення дальності проходження потягів без їх переробки. Це призводить до скорочення часу доставки вантажу, зменшенню експлуатаційних витрат в процесі перевезень. Однак для організації таких поїздів необхідне збільшення часу на їх створення на технічних станціях, що призводить до додаткових витрат, пов'язаних із збільшенням простою.

На жаль класичні методи аналітичних розрахунків не є досконалими, оскільки можуть застосовуватися тільки на обмежених полігонах з кількох станцій, з розглядом вагонопотоків тільки одного напрямку руху. Проблема полягає у неможливості повного обліку за-

вантаження станцій вагонопотоками – які переробляються і транзитними без переробки. При цьому, природно, не враховуються жодні обмеження по технічному розвитку станцій – числа сортувальних колій, переробної спроможності гірок і витяжок, пропускної здатності парків прийому, відправлення і транзитних. Тому розраховані варіанти вимагають перевірки з технічного розвитку станцій та їх коригування. Така постановка проблеми вимагає великих досліджень з розвитку методик вирішення задач по всім підсистемам організації вагонопотоків – мережевий та внутрішньодорожній план формування поїздів з навантажених і порожніх вагонів, відправна маршрутизація, місцева робота.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі робіт [1, 2, 4-7] виявлено, що найважливішим питанням розробки плану формування поїздів є порядок отримання мережних вагонопотоків. Оскільки система організації вагонопотоків як на мережевому, так і на дорожньому рівнях належить до числа найважливіших технологічних завдань, від вірного рішення якої залежить не тільки навантаження технічних станцій і ділянок мережі, але і час доставки вантажу, що принципово важливо для роботи мережі залізниць в сучасних ринкових умовах. Раціональна система організації вагонопотоків відноситься до числа проблем, теоретичному дослідженню якої за останні шістьдесят років присвячено значне число робіт. Однак до теперішнього часу відсутня чітка методика та її реалізація на ЕОМ, що дозволяє на мережевому рівні вирішувати цю задачу комплексно, пришвидшуючи просування вагонопотоків і покращуючи показники використання як технічних станцій, так і ділянок у їх взаємодії [8].

Матеріали і результати дослідження. В даний час рівень розвитку обчислювальної техніки дозволяє удосконалити теорії постановки і рішення задач математичного програмування (включаючи лінійне, нелінійне, ціле, динамічне програмування), сукупність яких приводить до появи групи принципово нових методів розрахунку. У зв'язку зі зміною економічних умов функціонування залізниць особливу увагу приді-

лено вибору критерію оцінки оптимальності плану формування вантажних поїздів. В якості основного критерію у розрахунках за оцінкою оптимальності варіантів плану формування поїздів прийняті витрати, пов'язані з накопиченням складів з призначень та переробкою вагонів на станціях, виражені в приведених вагоно-години [3]. Наприклад, у Європі одним з технічних рішень міждержавної плану формування поїздів, спрямованих на оптимізацію методики розрахунку, є введення в обіг наскрізних поїздів між основними вантажоутворювальними та вантажнопогашаючими центрами [5]. На жаль, результати зарубіжних розробок не можуть бути безпосередньо використані на вітчизняні залізничні мережі, внаслідок специфіки технологій організації перевезень та невідповідності масштабів зарубіжних залізничних мереж з масштабами мережі Укрзалізниці.

В роботі [9] показано, що система організації вагонопотоків в основному визначає продуктивність роботи основних і маневрових локомотивів, інтенсивність використання вагонного парку, сортувальних пристроїв і колійного розвитку станцій та ін.

В роботах [2, 6] зазначено, що одним з елементів вдосконалення системи організації вагонопотоків є автоматизація розрахунку мережного плану формування поїздів, з урахуванням оптимізації алгоритму рішення. Оскільки розрахунок мережних вагонопотоків, вирішується із застосуванням певних алгоритмів, то необхідна постановка серії обчислювальних експериментів, що мають на меті наблизити теоретичну модель до реальних умов організації вагонопотоків на мережі [8].

Для оцінки оптимального варіанту організації вагонопотоків визначаються завантаження всіх елементів мережі для заданої шахматки вагонопотоку і плану формування поїздів. Для обчислених навантажень розраховуються функції питомих витрат по елементах мережі і визначаються вартість вагонопотоків, що пройшли по мережі. Сума цих витрат є оцінкою оптимального варіанту плану формування.

Далі здійснюється перевірка виконання достатньої умови для всіх крізних призначень; що задовольняють достатній умові призначення включаються в план, для відповідних ним потоків визначаються шляхи проходження по ділянках роботи локомотивних бригад і перераховуються величини навантажень і витрат.

Решта вагонопотоків упорядковується і далі. Для кожного вагонопотоку розглядається мережа допустимих призначень. Кожному призначенню, як включеному в план, так і потенційному, відповідає дуга мережі, що має оцінку, рівну вартості одиниці даного вагонопотоку, що пройшов у даному призначенні з урахуванням штрафів за порушення обмежень. На цій мережі визначається оптимальний шлях проходження даного вагонопотоку, як по призначеннях плану формування, так і по мережі ділянки роботи локомотивних бригад. Для цього будується дерево шляхів мінімальної вартості [4, 8].

Всі потенційні призначення, по яких пройшов оптимальний шлях даного вагонопотоку, включаються в

план формування. Потім перераховуються завантаження станцій і ділянок і залежні від них величини питомих витрат на пропуск одиниці потоку по ребрах мережі ділянки роботи локомотивних бригад і мережі призначень.

Результатом прокладки всіх вагонопотоків є безліч вибраних крізних призначень плану формування з прикріпленими до них вагонопотоками і маршрутами проходження як по призначеннях, так і по мережі ділянки роботи локомотивних бригад [10, 11].

Зазначимо, що перед пропуском чергового вагонопотоку необхідно перевіряти виконання обмежень для кожного елемента мережевого графа призначень. Потім проводиться розрахунок витрат, і для тих елементів, у яких обмеження не виконуються, витрати збільшуватимуться відповідно до штрафної функції. Як приклад, на рис. зображено графік зміни функції питомих витрат на ребрі транспортної мережі для вагонопотоку N_1 [8].

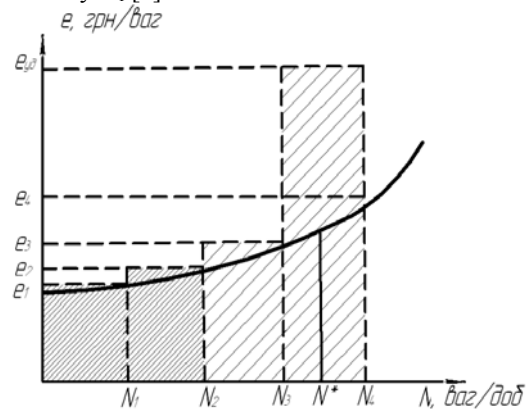


Рис. Графік зміни функції питомих витрат на ребрі транспортної мережі

При прокладці наступного вагонопотоку N_2 питомі витрати на ребрі мережі складають e_2 ; для вагонопотоку N_3 будуть питомі витрати e_3 . При прокладці наступного вагонопотоку N_4 буде порушене обмеження N^* , тобто:

$$N_3 \leq N^* \leq N_4 \quad (1)$$

Тому для вагонопотоку N_4 питомі витрати на ребрі складуть

$$e_{y0} = e_4 + e_{ump} \quad (2)$$

У розрахунках необхідно застосовувати гнучку систему штрафів, тобто допускати можливість порушення деяких з них (наприклад, незначне перевантаження гірки, парку прийому, ділянок) і, навпаки, строге дотримання обмежень (по числу формованих призначень). Після кожного розрахунку доцільно міняти штрафні коефіцієнти і проводити новий розрахунок, вибираючи їх оптимальне співвідношення для досягнення мінімальних витрат у поєднанні з максимальною здійснимістю обмежень.

При аналізі досліджень [8-12] розглядалися обмеження по переробляючій здатності парків прийому, сортувальних гірок, парків відправлення, по числу формованих призначень і по пропускній спроможності ділянок. Так, у роботі [8], де постановка завдання

обумовлювала задавання штрафної функції для кожного елемента графа з урахуванням штрафних коефіцієнтів по кожному виду обмежень, в ході проведення розрахунків автор змінював коефіцієнти, тим самим змінюючи саму штрафну функцію та визначив необхідність розглядання варіантів співвідношень штрафних коефіцієнтів.

Після завершення розрахунку мережевого плану формування поїздів [13] необхідно провести аналіз значень отриманих штрафних функцій і виявити серед них найбільші, які вкажуть на найбільш переобтяжені елементи мережі. Якщо при аналізі виявиться, що, не дивлячись на перевантаження елемента вагонопотіку все одно до нього притягується, то це указуватиме на те, що вкладення засобів в розвиток саме даного елемента дасть найбільшу віддачу.

Безумовно, на результати розрахунку впливає спосіб впорядкування вагонопотоків: величина вагонопотоку, вагоно-кілометри пробігу, дальність проходження вагонопотоків. Експериментальні розрахунки показали [8], що якнайкращі результати досягаються при накладенні на мережу призначень вагонопотоків в порядку убавання їх потужності.

Відзначимо велике значення методичного і програмного апарату для рішення задач системи організації вагонопотоками, який повинен налаштовуватися на використання різними класами суб'єктів ринку залізничних перевезень і забезпечувати взаємодію з їх існуючими базами даних та програмними засобами (що не є нерозв'язною проблемою для сучасних відкритих мережних архітектур програмно-технічних комплексів). Принципово ефективність рішень по удосконаленню системи організації вагонопотоків для всіх учасників транспортно-логістичних ланцюгів складається з витратної (економія грошових коштів, пов'язаних з безпосередньою реалізацією процесів організації вагонопотоків у поїзди) та прибуткової (економія коштів у сфері тарифного регулювання та взаєморозрахунків, які забезпечують узгодження економічних інтересів учасників транспортного ринку і залучення додаткових перевезень) частин [14].

У плані організації маршрутів необхідно оптимізувати напрями їх слідування в залежності від умов пропуску поїздів, що задаються інфраструктурою (вагових норм та інших параметрів графіка руху поїздів). Способи та параметри організації вагонопотоків у поїзди слід вибирати на основі компромісного вирішення завдань управління виходячи з критеріїв кожної з підсистем децентралізованого управління вантажо - і вагонопотоками. Для цього необхідно визначити значення керованих змінних, що забезпечують заданий рівень якості роботи підсистем, виходячи з необхідного якості роботи системи в цілому [15].

Пошук технічних рішень, спрямований на вдосконалення технології організації вагонопотоків при цьому слід розглядати як ітераційний процес, в якому чергуються оптимізаційні розрахунки та експертний аналіз. Спочатку генерується група варіантів, з якої відсіваються непридатні за значенням цільової функції і обмежень на параметри рішення. Потім відібрані варі-

анти опрацьовуються з глибиною деталізації наступного етапу, непридатні відсіваються. Причому інтерактивні процедури повинні надавати можливість завдання переваг на множині можливих рішень у вигляді необхідних значень цільових функцій та допустимих меж їх зміни, а також вагових коефіцієнтів, які задають переваги на функціях цілі і в просторі обмежень (останні визначають ступінь жорсткості штрафів за перевищення обмежень).

Визначення компромісного управління виходить з ранжування цільових функцій, після чого призначаються допустимі зміни за їх значеннями. Далі оптимізується значення першої цільової функції, за результатом її оптимізації другий цільової функції та ін.

Зазначимо, що в якості елементів цільових функцій розглядаються тільки такі, які не можна звести до одного критерію (наприклад, шляхом множення значень натуральних показників на вартісні нормативи) в силу їх приналежності до різних суб'єктів транспортного ринку [15].

Висновки. Оптимізація системи організації вагонопотоків дозволить не лише зменшити витрати на здійснення перевізного процесу, що, безумовно, є актуальним в даний час, а й поліпшити фінансовий стан дороги. За останні роки залізницями спільно з науководослідними організаціями була проведена велика робота по вдосконаленню системи організації вагонопотоків. Проте, ряд істотних завдань, на жаль, досі не є вирішеним, тому далі необхідно здійснювати пошук шляхів вирішення проблеми організації вагонопотоків.

Л и т е р а т у р а

1. Акулиничев. В.М. Организация вагонопотоков. - М.: Транспорт, 1979. - 223 с.
2. Внедрение новых технологий организации вагонопотоков - основной рычаг экономии эксплуатационных расходов в освоении объемов перевозок / Гришин С.А., Верховых Г.В., Гришутин И.Н.
3. Инструктивные указания по организации вагонопотоков на железных дорогах СССР. - М.: Транспорт, 1984. - 256 с.
4. Комплекс задач «Расчет экономически целесообразных направлений вагонопотоков на полигонах сети железных дорог (СЕТЬ-2)» : Техническое задание / ЦД МПС России; утв. 30.09.1999. - 53 с.
5. Плазиль Я. Оптимальный план формирования поездов на железнодорожных сетях с интенсивной нагрузкой: [Европа] // Ж. д. мира. 1990. - № 1.-с. 30-34.
6. Совершенствование методов расчета плана формирования поездов: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.22.08 / Иванков А.Н. - М.: Б., 2002. -23 с.
7. Сотников И. Б. Взаимодействие станций и участков железных дорог. М.: Транспорт, 1976.-271 с.
8. Панин В.В. Организация сетевых вагонопотоков в однопутных поездах в условиях структурной реформы на железнодорожном транспорте.—Москва, 2004,—178 с.
9. Дорошко С.В. Адаптивная система организации вагонопотоков [Текст] / С.В. Дорошко // Вісник ДНУЗТу. – Дніпропетровськ 2010. – Вип. 34. – С. 39-45
10. Штыкова Л.А. Совершенствование методов расчета плановых вагонопотоков в системе технического нормирования эксплуатационной работы.—Москва, 1984,—211 с.
11. Александрова, А. А. Повышение надежности плана формирования грузовых поездов: сборник научных трудов /

- A.A. Александрова, П.Р. Потапов // Совершенствование эксплуатационной работы в условиях реорганизации железнодорожного транспорта: Сб. науч. тр. - Новосибирск, 2004. - С. 91-103. - Библиогр.: с. 103 (7 назв.).
12. Горманков Ф.С. Технология и организация перевозок на железнодорожном транспорте. М.: Транспорт, 2001. - 208 с.
 13. Акулиничев В.М. Новый метод расчета плана формирования поездов. - Тр. МИИТ, 1959. - Вып. 113. - С. 76-102.
 14. Бородин А.Ф. Адаптивное управление вагонопотоками. Железнодорожный транспорт, 2002, №11.
 15. Интеллектуальные транспортные системы железнодорожного транспорта (основы инновационных технологий) [Текст]: пособие / В. В. Скалозуб, В. П. Соловьев, И. В. Жуковичкий, К. В. Гончаров. - Д. : Изд-во Днепропетр. нац. ун-та ж.-д. трансп. им. акад. В. Лазаряна, 2013. - 207 с.

References

1. Akulinichev. V.M. Organizacija vagonopotokov. - M.: Transport, 1979. - 223 s.
2. Vnedrenie novyh tehnologij organizacii vagonopotokov - osnovnoj rynchag jekonomii jekspluacionnyh rashodov v osvoenii ob' emov perevozok / Grishin S.A., Verhovyh G.V., Grishutin I.N.
3. Instruktivnye ukazaniya po organizacii vagonopotokov na zheleznyh dorogah SSSR. - M.: Transport, 1984. - 256 s.
4. Kompleks zadach «Raschet jekonomicheski celesoobraz-nyh napravlenij vagonopotokov na poligonah seti zhe-leznyh dorog (SET"-2)» : Tehnicheskoe zadanie / CD MPS Rossii; utv. 30.09.1999. - 53 s.
5. Plazil' Ja. Optimal'nyj plan formirovanija poezdov na zheleznodorozhnyh setjah s intensivnoj nagruzkoj: [Evropa] // Zh. d. mira. 1990. - № 1.-e. 30-34.
6. Sovershenstvovanie metodov rascheta plana formirovanija poezdov: Aytoref. dis. kand. tehn. nauk: 05.22.08 / Ivankov A.N. - M.: B., 2002. -23 s.
7. Sotnikov I. B. Vzaimodejstvie stancij i uchastkov zheleznyh dorog. M.: Transport, 1976.-271 s.
8. Panin V.V. Organizacija setevyh vagonopotokov v odnogruppyne poezda v uslovijah strukturnoj reformy na zheleznodorozhnom transporte.—Moskva, 2004,—178 s.
9. Doroshko S.V. Adaptivnaja sistema organizacii vagonopotokov [Tekst] / S.V. Doroshko // Visnik DNUZTu. - Dnipropetrovs'k 2010. - Vip. 34. - S. 39-45
10. Shtykova L.A. Sovershenstvovanie metodov rascheta planovyh vagonopotokov v sisteme tehničeskogo normirovanija jekspluacionnoj raboty.—Moskva, 1984,—211 s.
11. Aleksandrova, A. A. Povyshenie nadezhnosti plana formirovanija gruzovyh poezdov: sbornik nauchnyh tru-dov / A.A. Aleksandrova, P.R. Potapov // Sovershenstvovanie jekspluacionnoj raboty v uslovijah reorganizacii zheleznodorozhnogo transporta: Sb. nauch. tr. - Novosibirsk, 2004. - S. 91-103. - Bibliogr.: s. 103 (7 nazv.).
12. Gormankov F.S. Tehnologija i organizacija perevozok na zheleznodorozhnom transporte. M.: Transport, 2001. - 208 s.
13. Akulinichev V.M. Novij metod rascheta plana formirovanija poezdov. - Тр. МИИТ, 1959. - Вып. 113. - С. 76-102.
14. Borodin A.F. Adaptivnoe upravlenie vagonopotokami. Zheleznodorozhnyj transport, 2002, №11.
15. Intellektual'nye transportnye sistemy zhelezno-dorozhnogo transporta (osnovy innovacionnyh tehnologij) [Tekst]: posobie / V. V. Skalozub, V. P. Solov'ev, I. V. Zhukovickij, K. V. Goncharov. - D. : Izd-vo Dnepropetr. nac. un-ta zh.-d. transp. im. akad. V. Lazaryana, 2013. - 207 s.

Чернецкая-Белецкая Н.Б., Шепитько О.В., Рябчиков А.В. Анализ путей совершенствования системы организации вагонопотоков.

В статье выполнен анализ современного состояния системы организации вагонопотоков, отмечена актуальность ее совершенствования, как один из путей снижения себестоимости перевозок. В процессе изучения научной литературы относительно направления исследований выявлено, что одним из элементов совершенствования системы организации вагонопотоков является автоматизация расчета сетевого плана формирования поездов с учетом оптимизации алгоритма решения. При этом для каждого значения выбранного вагонопотока нужно определять затраты при оптимальном режиме переработки составов. Отмечено большое значение методического и программного аппарата для решения задач системы организации вагонопотоками. Поиск технических решений, направленный на совершенствование технологии организации вагонопотоков при этом следует рассматривать как итерационный процесс, в котором чередуются оптимизационные расчеты и экспертный анализ. Отмечено, что совершенствование системы организации вагонопотоков позволит не только уменьшить расходы на осуществление перевозочного процесса, но и улучшить финансовое состояние железной дороги.

Ключевые слова: анализ, вагонопоток, сеть, показатели, система, транспорт.

Chernetckaya-Beletskaya N., Shepit'ko O., Ryabchikov A. Analysis of ways to improve the system for carriage flows organization.

In the paper the analysis of the carriage flow, the system for traffic organization, noted the relevance its perfection, as one of the ways to reduce the costs. In the process of studying the scientific literature relative to direction the research revealed that one the elements of improving the system for carriage flow organization is to automate the calculation a network plan for the formation of trains based optimization algorithm for solving. Thus for each value of the selected carriage flows need to determine costs under the optimal regime of processing compositions. Stressed the importance of the methodological apparatus and software for solving systems of organization the carriage flows volumes. The search for technical solutions aimed at improving the technology of the organization carriage flow volumes should be seen as an iterative process in which alternating optimization calculations and expert analysis. It is noted that the improvement the system of organization carriage flow will not only reduce the implementation costs of the transportation process, but also to improve the financial condition of the railroad.

Keywords: analysis, traffic flow, network, indicators, system, transport.

Чернецка-Білецька Н.Б. – д.т.н., професор, зав. кафедрою «Логістичне управління та безпека руху на транспорті» СХУ ім. В. Даля, м. Северодонецьк.

Шепитько О.В. – інженер кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті» СХУ ім. В. Даля, м. Северодонецьк, pan_kovka@mail.ru

Рябчиков А.В. – студент групи ТЛЗ-241м кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті» СХУ ім. В. Даля, м. Северодонецьк.

Рецензент: д.т.н., проф. Соколов В.І.

Стаття подана 28.03.2015