

Заверкін А.В., Сергієнко О.В., Марченко Д.М., Кузьменко С.В.

## МЕТОДИКА ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПЕРЕВІЗНОГО ПРОЦЕСУ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

*Нерівномірною концентрацією виробництва в певних регіонах країни викликає порушення в завантаженні основних сортувальних станцій мережі залізничного транспорту. Рівень завантаження багатьох з них перевищує оптимальний. Це стримує просування вагонопотоків на найважливіших напрямках мережі. У вузлах, де переробка основних сортувальних станцій досягає рівня проектно-переробної спроможності, погіршується робота і вантажних станцій. Тому підвищення ефективності маршрутизації вагонопотоків у зіставленні її з немаршрутними відправленнями вантажів є актуальним науковим завданням. Впорядкування і регулювання навантаження за заздалегідь розробленим календарним планом є одним із способів інтенсифікації перевізного процесу на залізничному транспорті. Метою статті є підвищення ефективності роботи сортувальних станцій за рахунок розробки методики формування календарного плану навантаження вантажів, які є немаршрутизованими. Запропонована у статті методика дозволить підвищити ефективність роботи сортувальних станцій, а саме: підвищити транзитність вагонопотоків для основної сортувальної станції вузла; скоротити кутовий вагонопотік на двосторонніх станціях; збільшити коефіцієнт паралельності на односторонніх станціях, що використовують паралельний розпуск складів на сортувальних гірках; укрупнити відчепи в розформованих поїздах, що надходять в переробку на сортувальній станції. Також в статті дано рекомендації щодо інтенсифікації перевізного процесу за рахунок підвищення транзитності вагонопотоків для сортувальної станції вузла. Реалізація даної методики дозволить підприємствам залізничного транспорту поліпшити якість послуг, що надаються, із урахуванням їх особливостей. Обґрунтовані теоретичні положення можуть бути використані при вдосконаленні системи управління якістю послуг перевезень на залізничному транспорті.*

**Ключові слова:** залізничний транспорт, рухомий склад, вагон, завантаження, календарний план, немаршрутизований вантаж.

**Актуальність дослідження.** В останні роки сумарна переробка вагонів на технічних станціях зростає в меншій мірі, ніж обсяг транзитних вагонів, що проходять технічні станції без переробки, завантаження найбільших станцій мережі постійно збільшується. Розвиток економіки і концентрації виробництва в певних регіонах країни викликає також нерівномірність в завантаженні основних сортувальних станцій мережі. Рівень завантаження багатьох з них перевищує оптимальний. Це стримує просування вагонопотоків на найважливіших напрямках мережі. У вузлах, де переробка основних сортувальних станцій досягає рівня проектно-переробної спроможності, погіршується робота і вантажних станцій. Потяги з них приймаються з запізненням, так як часто на під'їздах стоять далекі наскрізні поїзди з лінії.

**Постановка проблеми.** Практика роботи підтверджує, що впорядкування і регулювання навантаження за заздалегідь розробленим календарним планом є одним із способів інтенсифікації перевізного процесу [1].

Застосування цього способу для організації вагонопотоків на початковій стадії його зародження на внутрішньовузлових, передвузлових та інших станціях на підходах до сортувальної в залежності від особливостей структури вагонопотоків дозволяє:

- підвищити транзитність вагонопотоків для заснованої сортувальної станції вузла;
- скоротити кутовий вагонопотік на двосторонніх станціях;
- збільшити коефіцієнт паралельності на односторонніх станціях, що використовують паралельний розпуск складів на сортувальних гірках;
- у всіх випадках укрупнити відчепи в розформованих поїздах, що надходять в переробку на сортувальній станції.

Рішення кожного з цих завдань забезпечує в тій, чи іншій мірі підвищення переробної спроможності сортувальних гірок, звільняючи станції для інтенсивного прийому поїздів з лінії. Завдяки цьому знижуються затримки поїздів на підходах і скорочуються простої вагонів у всьому сортувальному комплексі.

**Теоретичний аналіз дослідження.** Питанням підвищення ефективності маршрутизації у зіставленні її з немаршрутним відправленням вантажів багато уваги приділено у працях В.М. Акулінчева та Н.Є. Борового [2, 3]. Вдосконаленню оперативного планування вантаження-вивантаження присвячено велику кількість науково-дослідних робіт, як в Україні, так і за кордоном [4 - 6]. Разом з тим, в них належним чином не відображено питання підвищення транзитності вагонопотоків для сортувальної станції вузла.

**Мета статті:** Підвищення ефективності роботи сортувальних станцій на залізничному транспорті за рахунок розробки методики формування календарного плану навантаження вантажів, які є немаршрутизованими.

**Задачі дослідження.**

Розробка календарного планування навантаження вантажів, що немаршрутизовані, для організації вагонопотоків на внутрішньовузлових, передвузлових та інших станціях на підходах до сортувальної в залежності від особливостей структури вагонопотоків, яке дасть можливість:

- підвищити транзитність вагонопотоків для ряду сортувальних станцій;
- скоротити переробку кутових вагонопотоків для більшості двосторонніх станцій;
- збільшити рівень паралельного розпуску для односторонніх станцій і збільшити їх переробну спроможність при сприятливій структурі вагонопотоків;
- укрупнювати відчепи в місцевих поїздах, забезпечуючи тим самим підвищення здатності сортувальних гірок.

#### **Основна частина.**

Для вантажних станцій із значним числом призначень поїздів в установленому для них плані формування зменшення відповідно до календарного плану числа призначень щодобового відвантаження скорочує також обсяг маневрової роботи [6].

Принципово завдання організації календарного планування навантаження вантажів, що немаршрутизовані, і узгодженого підходу вагонів до станції укрупненими групами включає три основних положення:

- роботу з місячними планами перевезень, що подаються вантажовідправниками відповідно до їх планів реалізації продукції;
- розробку власне календарного плану навантаження укрупненими групами по призначеннях плану формування поїздів для вантажів, які не охоплені відправницькою маршрутизацією;
- розробку порядку реалізації наміченого плану навантаження.

Робота з планами перевезень вантажів, що немаршрутизовані, які подаються вантажовідправникам відповідно до планів реалізації продукції, при введенні календарного планування навантаження полягає в отриманні від вантажовідправників на підставі наявних у них матеріалів даних по розшифровці станцій призначення вагонів не тільки в місцевому, а й у прямому сполученні.

Уточнення станцій призначення вантажів як в місцевому, так і в прямому сполученнях необхідно перш за все для розподілу навантаження по призначеннях плану формування на попередній сортувальній станції, а також для встановлення максимально можливої укрупненої групи одноразової кількості продукції, що відвантажується. Норми допустимого згущення навантаження кожного вантажу для окремих одержувачів визначаються технічним розвитком їх розвантажувальних фронтів. Планування разових відправок вантажів без урахування потужності розвантажувальних фронтів може призводити до збільшення простоїв і уповільнення обертів вагонів. Виконання вимог обліку потужності фронтів вивантаження стає, безумовно, необхідним при введенні системи календаризації навантаження вантажів, які є немаршрутизовані, бо в цьому випадку не виключено, а часто і передбачається, згущення навантаження згідно з календарним планом.

Технічне оснащення фронтів навантаження-вивантаження (довжина фронту, кількість і продуктивність механізмів) визначається на розрахунковий вантажопотік, що переробляється, з урахуванням певного резерву їх розвитку.

Внаслідок цього для різних груп вантажних фронтів, оснащених різними засобами механізації вантажно-розвантажувальних робіт, при проектуванні та розвитку передбачається резерв їх потужності, який визначається галузевими положеннями та інструкціями. Так само регламентується потрібна ємність складів.

Поряд, з цим відповідно до інструкції по розрахунку потужності вантажних фронтів при немаршрутних навантаженнях-вивантаженнях вантажний фронт повинен мати запас довжини для прийому подач, більших, ніж середня їх величина. З огляду на це, фронт подачі при переробці на ньому груп і поодиноких вагонів приймається рівним полуторній довжині середньої подачі.

$$M_{\phi}^p = 1,5 \cdot M_{\phi}. \quad (1)$$

Однак, щоб не допускати непродуктивних простоїв вагонів на станціях вивантаження і мати можливість відвантаження продукції укрупненими групами, в кожному конкретному випадку необхідно керуватися встановленими фактичними нормативами допустимого згущення навантаження кожного вантажу для кожного одержувача.

Стосовно до задачі складання календарного плану навантаження на призначення плану формування поїздів сортувальної станції вивчаються особливості роботи вантажних і сортувальних станцій та технічні параметри вантажно-розвантажувальних комплексів підприємств-відправників і одержувачів вантажів.

Обмеження технологічного порядку викликаються в основному особливостями роботи конкретних станцій в той чи інший період часу, а також особливими властивостями, що відвантажується. Часто ці обмеження мають місце при забороні навантаження в окремі райони мережі, відвантаження хімічних і інших вантажів, що не допускають перерв у здійсненні тощо.

Розмір навантаження комплексу на ці обов'язкові призначення  $\sum_{i=t}^{i=ob} N_i^c$  приймається за початковий елемент при підрахунку добового відправлення продукції комплексу на все призначення плану формування поїздів.

Питання згущення навантаження, нормативів по навантажно-вивантажувальних пристроях вирішуються на первинних об'єктах у вантажовідправників, на станціях  $i$  та  $j$ .

Вантажна станція обслуговує, як правило кілька вантажовідправників -  $\kappa_{zp}$  ( $\kappa_{zp} = 1, 2, 3, \dots, i, \kappa_{zp}$ ).

Загальне місячне навантаження вантажовідправника складається з сумарного навантаження на всі  $j$  станцій призначення:

$$P_{zp} = \sum_{n=1}^{n_i^0} N_{in}, \quad (2)$$

де  $N_{in}$ - місячне навантаження кожним  $i$ -тим відправником в  $n$ -призначення плану формування поїздів (як правило, кілька станцій призначення).

Величина  $N_{ij}$  визначає і розрахункову величину середньодобового відправлення вантажу  $i$ -тим відправником на кожну станцію призначення  $j$ .

$$N_{ij}^{pc} = \frac{N_{ij}}{T_{mic}}, \quad (3)$$

де  $T_{mic}$ - період планування місячного плану перевезень.

Для немаршрутизованих вагонопотоків, що забезпечуються в звичайному режимі вагонними відправками, необхідно дотримуватися умови:

$$1 < N_{ij}^c < m_c. \quad (4)$$

Умова (4) означає, що фактично на добу  $N_{ij}^c$  може бути відправлено не менше 1 вагона і не більше одного складу поїзда в кількості  $m_c$  вагонів, бо при відправленні  $N_{ij}^c > m_c$  має місце відправна маршрутизація

Практично при немаршрутизованому вагонопотоці у деяких вантажовідправників розрахункова величина  $N_{ij}^c$  виявляється менше 1. У цьому випадку число днів навантаження при рівномірному відправленні вантажу  $T_n$  чисельно дорівнює або менше  $N_{ij}$  і завжди менше місячного періоду  $T_{mic}$ , тобто  $T_n \leq N_{ij} < T_{mic}$ , тоді як при  $N_{ij}^{pc} > 1$   $T_n = T_{mic}$ .

У практичних умовах не завжди витримується принцип рівномірного відправлення середньодобової кількості продукції щодня, тому  $T_n \leq T_{mic}$

При заданій величині максимальної групи  $m_2^u$  обмеженою розвантажувальною здатністю фронту вантажоодержувача по кожній кореспонденції можна визначити період (кількість днів в місяць) дозволеного навантаження:

$$T_{nj}^p = \frac{N_{ij}}{m_2^u}. \quad (5)$$

При цьому  $N_{ij} = N_{ij}^{hc} \cdot T_{mic} = T_{nj}^p \cdot m_2^u$ .

Відношення  $\frac{T_{mic}}{T_{nj}^p} = T_{cc}^z$  визначає періодичність згущення навантаження за календарним планом на адресу кожної станції вивантаження, тобто розрахунковий цикл календарного плану за умовами вивантаження.

При згущенні навантаження можливе також виникнення труднощів, пов'язаних безпосередньо з виробництвом навантажувальних робіт.

На рівні вантажоутворюючого комплексу кількість вагонів, що щоденно відвантажуються в звичайному режимі роботи і в умовах згущення навантаження рівні між собою. Ця обставина визначає в ряді випадків труднощі з освоєнням навантаження наявними навантажувальними ресурсами.

При нестачі готівкової потужності вантажних механізмів освоєння навантаження в день найбільшого її згущення здійснюється:

- попереднім поділом призначень вантажу по днях періоду згущення, яке полягає в розподілі призначень, навантаження на які максимальна, ще до розрахунку календарного плану навантаження;
- із залученням додаткової робочої сили.

Після того як визначені періоди згущення для кожного відправника, вибирається період згущення, загальний для всього вантажоутворюючого комплексу.

#### Висновки.

1. Календарне планування навантаження є одним із способів інтенсифікації перевізного процесу, підвищення переробної спроможності сортувальних станцій.

2. Застосування календарного планування навантаження вантажів, що немаршрутизовані, для організації вагонопотоків на внутрішньовузлових, передвузлових та інших станціях на підходах до сортувальної в залежності від особливостей структури вагонопотоків дає можливість:

- підвищити транзитність вагонопотоків для ряду сортувальних станцій на 2-3%;
- скоротити переробку кутових вагонопотоків для більшості двосторонніх станцій приблизно на 4%;

- збільшити рівень паралельного розпуску для односторонніх станцій і збільшити їх переробну спроможність при сприятливій структурі вагонопотоків на 3-5%;
- укрупнювати відчепи в місцевих поїздах, забезпечуючи тим самим підвищення здатності сортувальних гірок на 2-5%.

### Література

1. Самсонкін, В. М. Ситуаційно-евристичний підхід до календарного планування вантажно-розвантажувальних робіт в регіоні залізниці [Текст] / В.М. Самсонкін, В.С. Меркулов // Залізничний транспорт України. – 2007. – № 4. – С. 8-10.
2. Акулиничев В.М., Кирьянова О.С., Боровой Н.Е. Организация вагонопотоков и маршрутизация перевозок. М.: Транспорт, 1979. – 223 с.
3. Боровой, Н.Е. Маршрутизация перевозок грузов [Текст] / Н.Е. Боровой. – М.: Транспорт, 1978. – 216 с.
4. Меркулов В.С. Системно-аналітичний опис автоматизованої системи планування вантаження-вивантаження: структура та функціональна наповненість (Частина 1) / В.С. Меркулов, І.Г. Бізюк // Збірник наукових праць УкрДУЗТ, 2016. – Вип. 165. – С. 44 – 49.
5. Tornquist, J. Railway traffic disturbance management – an experimental analysis of disturbance complexity, management objectives and limitations in planning horizon [Text] / J. Tornquist // Transportation Research Part A: Policy and Practice. - Volume 41, Issue 3, March 2007, P. 249-266.
6. Шабалин Н.Н. Оптимизация процесса переработки вагонов на станциях. М., Транспорт, 1973. 184 с.

### References

1. Samsonkin, V. M. Sytuatsiino-evrystychnyi pidkhid do kalendarsnogo planuvannia vantazhno-rozvantazhuvalnykh robot v rehionii zaliznytsi [Tekst] / V.M. Samsonkin, V.C. Merkulov // Zaliznychnyi transport Ukrainy. – 2007. – № 4. – S. 8-10.
2. Akulinichev V.M., Kiryanova O.S., Borovoy N.E. Organizatsiya vagonopotokov i marshrutizatsiya perevozok. M.: Transport, 1979. – 223 s.
3. Borovoy, N.E. Marshrutizatsiya perevozok грузов [Tekst] / N.E. Borovoy. – M.: Transport, 1978. – 216 s.
4. .Merkulov V. The system-analytical description of the automated system of planning of loading-unloading: structure and functional content (Part 1) / V. Merkulov, I. Biziuk // Collection of scientific works of UkrDUZT, 2016. - Issue 165. - P. 44 - 49.
5. Tornquist, J. Railway traffic disturbance management – an experimental analysis of disturbance complexity, management objectives and limitations in planning horizon [Text] / J. Tornquist // Transportation Research Part A: Policy and Practice. - Volume 41, Issue 3, March 2007, P. 249-266.
6. ShabalyN N.N. Optymyzatsiya protsessa pererabotky vahonov na stantsyiakh. M., Transport, 1973. 184 s.

*Неравномерная концентрация производства в определенных регионах страны вызывает нарушения в загрузке основных сортировочных станций сети железнодорожного транспорта. Уровень загрузки многих из них превышает оптимальный. Это сдерживает продвижение вагонопотоков на важнейших направлениях сети. В узлах, где переработка основных сортировочных станций достигает уровня проектной перерабатывающей способности, ухудшается работа и грузовых станций. Поэтому повышение эффективности маршрутизации вагонопотоков в сопоставлении ее с немаршрутными отправлениями грузов является актуальной научной задачей. Упорядочение и регулирование загрузки в соответствии с заранее разработанным календарным планом является одним из способов интенсификации перевозочного процесса на железнодорожном транспорте. Целью статьи является повышение эффективности работы сортировочных станций за счет разработки методики формирования календарного плана погрузки немаршрутизованных грузов. Предложенная в статье методика позволит повысить эффективность работы сортировочных станций, а именно: повысить транзитность вагонопотоков для основной сортировочной станции узла; сократить угловой вагонопоток на двусторонних станциях; увеличить коэффициент параллельности на односторонних станциях, использующих параллельный роспуск составов на сортировочных горках; укрупнить прицепы в расформированных поездах, поступающих в переработку на сортировочной станции. Также в статье даны рекомендации по интенсификации перевозочного процесса за счет повышения транзитности вагонопотоков для сортировочной станции узла. Реализация данной методики позволит предприятиям железнодорожного транспорта улучшить качество предоставляемых услуг, с учетом их особенностей. Обоснованные теоретические положения могут быть использованы при совершенствовании системы управления качеством услуг перевозок на железнодорожном транспорте.*

**Ключевые слова:** железнодорожный транспорт, подвижной состав, вагон, загрузки, календарный план, немаршрутизованный груз.

*Uneven concentration of production in some regions of the country causes disruptions in the loading of the main sorting stations of the railway network. The load level of many of them exceeds the optimum. This hinders the promotion of carriage traffic in the most important areas of the network. In units where the processing of the main sorting stations reaches the level of the design processing capacity, the work of freight stations also deteriorates. Therefore, increasing the efficiency of routing of carriage flows in comparing it with non-route shipments is an urgent scientific task. Ordering*

*and regulating the load according to a pre-designed calendar is one of the ways to intensify the transportation process on rail transport. The purpose of the article is to increase the efficiency of sorting stations by developing a method of forming a calendar plan for loading unloaded cargo. The technique proposed in the article will increase the efficiency of sorting stations, namely: increase the transit of carriage flows for the main sorting station of the node; reduce the angular carriage traffic at bilateral stations; increase the coefficient of parallelism at one-way stations that use parallel dissolution of warehouses on sorting slides; to enlarge the trailers in the disbanded trains, which are processed at the sorting station. The article also provides recommendations for the intensification of the transportation process by increasing the transit of carriage flows for the sorting station of the node. The implementation of this technique will allow railway transport companies to improve the quality of services provided, taking into account their features. Substantiated theoretical provisions can be used to improve the quality management system of rail transport services.*

**Keywords:** railway transport, rolling stock, carriage, loads, calendar plan, non-routed cargo.

**Заверкін А.В.** – канд.тех.наук, доцент, доцент кафедри залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, e-mail: [zawerkin@ukr.net](mailto:zawerkin@ukr.net).

**Сергієнко О.В.** – канд.тех.наук, доцент, доцент кафедри машинобудування та прикладної механіки Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, e-mail: [sergienko.o.v@gmail.com](mailto:sergienko.o.v@gmail.com).

**Марченко Д.М.** – докт.тех.наук, професор, Перший проректор Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, e-mail: [marchenko@snu.edu.ua](mailto:marchenko@snu.edu.ua)

**Кузьменко С.В.** – канд.тех.наук, доцент, директор навчально-наукового інституту транспорту і будівництва Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, e-mail: [kuzmenko@snu.edu.ua](mailto:kuzmenko@snu.edu.ua)