

УДК 656.2

ОПТИМІЗАЦІЯ ГРАФІКІВ ВНУТРІШНІХ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Турпак С.М., Васильєва Л.О., Лебідь Г.О., Падченко О.О., Сидоренко Ю.Т.

OPTIMIZATION OF THE RAILWAY TRANSPORTATION SCHEDULE OF METALLURGICAL ENTERPRISE

Turpak S., Vasilyeva L., Lebid H., Padchenko O., Sidorenko Yu.

В статті представлений графічний метод аналізу контактних графіків виконання внутрішніх перевезень промислового підприємства за допомогою розробленої програми «TrainGraph». На графіках передбачено враховувати зайнятість станційних колій, час технологічного простою та переміщення рухомого складу. Представлена методика дозволяє одночасно розглядати групи окремих графіків, виділяти та збільшувати окремі фрагменти та передавати зображення у відомі графічні редактори. Передбачене відтворення циклів виконання технологічних операцій з залізничними складами. Шляхом використання методики, яка дозволяє максимально поєднати нитки графіків окремих перевезень, можливе отримання економічного ефекту за рахунок скорочення тривалості роботи локомотивів.

Ключові слова: контактний графік, залізничний транспорт, промислове підприємство, перевезення.

Вступ. Основою для планування роботи транспорту металургійних підприємств є технологічні перевезення металів та шлаків у розплавленому стані та перевезення за контактними графіками. Магістральні вагони, які надходять на під'їзну колію з зовнішньої мережі залізниць, мають більш низький пріоритет в обслуговуванні, ніж вагони, які обслуговуються за контактними графіками. Тому організація технологічних перевезень повинна бути спрямована на мінімізацію витрат часу на їх виконання, з метою утворення більших «вікон» для обробки рухомого складу загального користування та операторських компаній.

Постановка проблеми. На відмінність від контактних графіків взаємодії різних видів транспорту, контактні графіки обслуговування виробничих підрозділів підприємств допускають більш значні інтервали часу для виконання транспортних та вантажних операцій. Це обумовлено вимогами технологічних процесів виробництва. Періодичність подавання вагонів місцевого парку на фронті вивантаження визначається місткістю приймальних пристроїв та

інтенсивністю передавання вантажу у виробництво. Періодичність подавання на фронті навантаження обумовлюється параметрами та кількістю вантажних машин (бункерних пристроїв) та ін. Виконання перевезень за контактними графіками передбачає циклічне чергування таких операцій: навантаження – транспортування к пункту вивантаження – вивантаження – транспортування к пункту навантаження.

Стохастичний характер деяких виробничих процесів потребує встановлення більш тривалого періоду знаходження вагонів на вантажних пунктах, ніж розрахунковий час виконання вантажних операцій. Для доставки складів теж потребується виділення більшого часу, ніж за розрахунками, оскільки тяговий рухомий склад на момент готовності вагонів до перевезень може бути зайнятий на інших роботах. Планувати його подавання до вантажних пунктів точно на момент часу закінчення обробки вагонів за графіком не має сенсу, оскільки вони можуть бути здані раніше. Або навпаки, можуть виникнути затримки, які призведуть до зриву в обслуговуванні наступного вантажного пункту (при виділенні за графіком мінімально необхідного часу на доставку).

Враховуючи періодичні зміни у транспортному обслуговуванні деяких виробничих процесів, контактні графіки потребують регулярного перегляду. Після розробки окремих графіків по парам пунктів навантаження-вивантаження, необхідне удосконалення методів їх загального аналізу з метою оптимізації за критерієм скорочення часу на транспортне обслуговування.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Актуальність питань розробки графіків та аналізу внутрішньозаводських перевезень, зокрема тих, що здійснюються за контактними графіками потребує розробки засобів та методів їх удосконалення [1-7]. Графоаналітичні методи залишаються найбільш поширеними при плануванні роботи залізничного тра-

нспорту на промислових підприємствах. На організацію внутрішніх залізничних перевезень підприємств значним чином впливають виробничі процеси [1, 2, 6]. Для уточнення окремих параметрів використовується логістичний підхід, математичне та імітаційне моделювання транспортних процесів. Однак остаточне рішення, зазвичай, приймається експертами. Для його прийняття важливим є наочне представлення можливих варіантів організації перевезень. Саме тому значну практичну цінність мають програми та методики графічного аналізу перевезень [8, 9].

На кафедрі транспортних технологій Запорізького національного технічного університету була створена програма «TrainGraph» для розробки контактних графіків ЗТМП [10]. Дана програма дозволяє створювати внутрішньозаводські контактні графіки, а також графіки руху залізничного транспорту. На графіках передбачено можливість врахування зайнятості станційних колій, час технологічного простою та переміщення рухомого складу. Можливо встановлювати часові проміжки, створювати графіки в різноманітних одиницях часу, фрагментів загального графіку, друк та інтегрування з графічним редактором Corel Draw та іншими. Перспектива розвитку та розширення програмного забезпечення в рамках проекту «TrainGraph» передбачає суміщення графічного зображення циклічного та нециклічного руху поїздів та навантажувально-розвантажувальних робіт на станціях. Передбачається можливість використання програми на інших видах транспорту.

Метою статті є розробка графічного методу аналізу контактних графіків виконання внутрішніх перевезень промислового підприємства.

Результати досліджень. Графічне представлення контактних графіків передбачає відображення перевізного процесу у вигляді похилих ліній, процесів виконання вантажних робіт, простою та виконання маневрових та інших операцій з вагонами – горизонтальними лініями. Вертикальними лініями поєднуються горизонтальні лінії технологічних операцій на станційних коліях з лініями виконання вантажних операцій на вантажних фронтах (робота вантажних пунктів показується в окремому рядку робо-

чої області графіка). Таким чином, корегування графіків передбачає, головним чином, розгляд фрагментів між вертикальними лініями.

На рисунку 1 наведений приклад відображення контактних графіків перевезень виливниць та піддонів з ливарного цеху (ЛЦ) до цеху підготовки составів (ЦПС), чавуну у злитках зі складу холодного чавуну СХЧ до ЛЦ (на екрані монітора нитки графіків виділяються різним кольором).

Виходячи з візуального аналізу графіків, деякі перевезення можуть виконуватись одночасно. Наприклад, перевезення порожніх вагонів після вивантаження чавуну з ЛЦ на ст. Шихта можуть бути поєднані з перевезеннями виливниць з ЛЦ (19-та година графіку). При цьому скорочується час роботи локомотивів.

Контактні графіки регламентують узгоджені між цехами та транспортним підрозділом інтервали часу, коли вагони повинні знаходитись на вантажних фронтах та рух по перегонах. Внутрістанційні переміщення відображаються вертикальною лінією для наочності (цей момент часу на координатній осі може змінюватись в сторону збільшення після планового закінчення вантажних операцій, або зменшення – до їх початку, без узгодження з цехами).

Розглянемо шість маршрутів перевезень:

1. Виливниці з ЛЦ до ЦПС.
2. Піддони з ЛЦ до ЦПС.
3. Піддони з ЛЦ до ЦРМО-4 (цеху ремонту мартенівського обладнання № 4).
4. Чавун з СХЧ до ЛЦ.
5. Скрап з ЛЦ до копрового цеху (КЦ), маршрут перевезень № 1.
6. Скрап з ЛЦ до КЦ, маршрут перевезень № 2.

При детальному аналізі цього графіку можна знайти можливості злиття певних ниток графіків. Так, для маршрутів № 1, 3 та 5 можливо об'єднати всі переміщення у напрямку станція «Шихта» – ЛЦ (рис. 2).

Якщо виконати ці перевезення на годину раніше, то можливо об'єднання з маршрутом № 2 на цій же ділянці (рис. 3).

На ділянці руху ЛЦ – «Шихта» (14:30-15:30) для маршрутів № 1 та 3 «Виливниці з ЛЦ до ЦПС» та «Піддони з ЛЦ до ЦРМО-4» виконується суміщення ниток графіків (рис. 4).

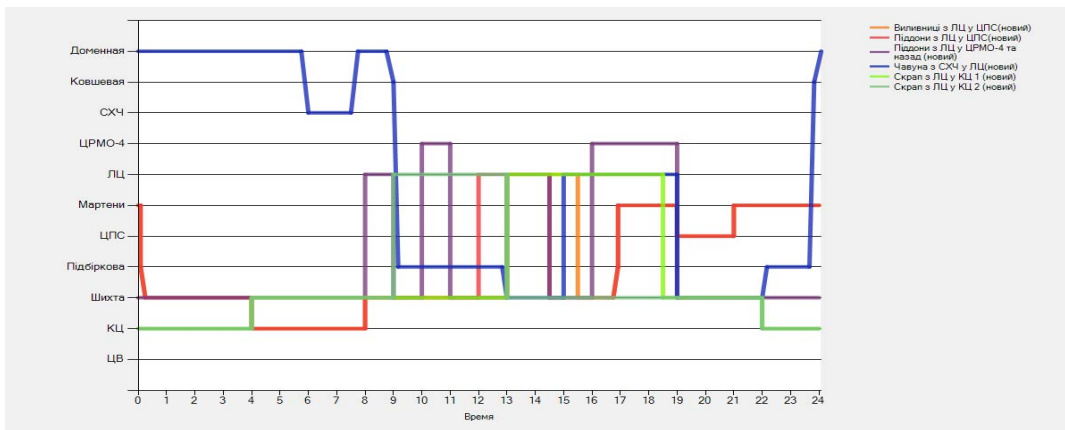


Рис. 1. Відображення графіків перевезень в програмному комплексі «TrainGraph»

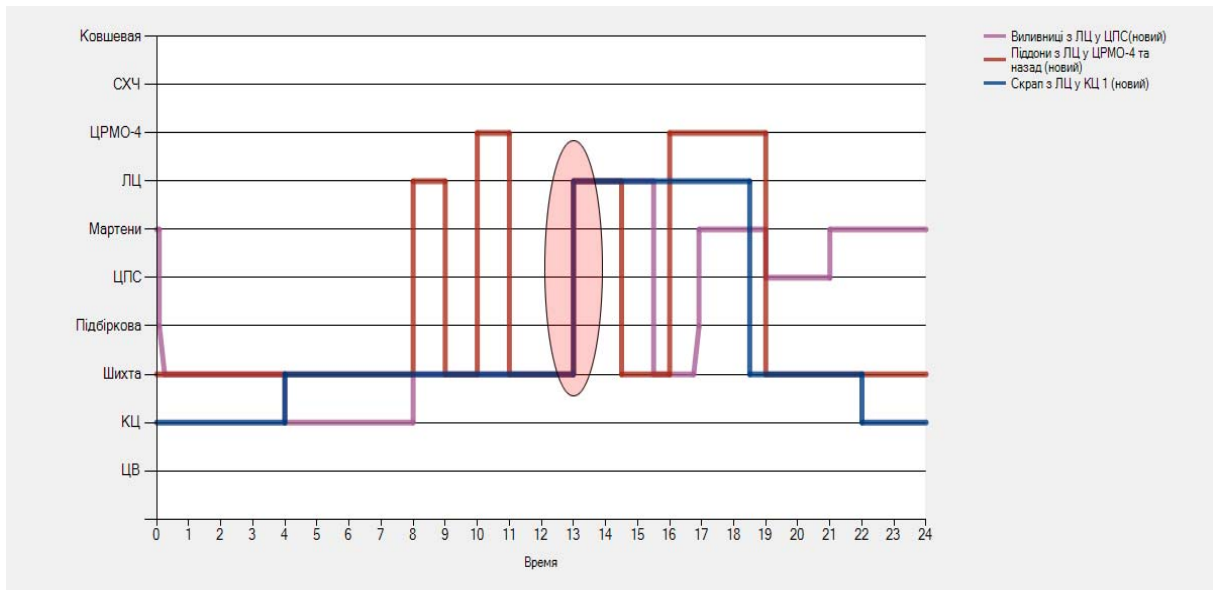


Рис. 2. Об'єднання ниток контактної графіку для маршрутів № 1, 3 та 5

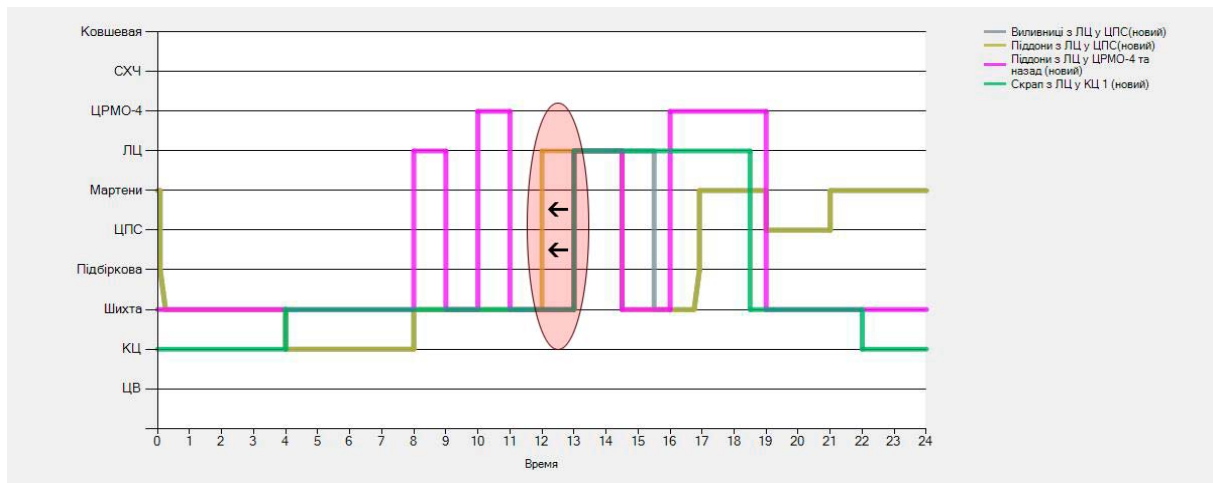


Рис. 3. Об'єднання маршрутів руху № 1, 3, 5 та 2 на ділянці «Шихта» – ЛЦ

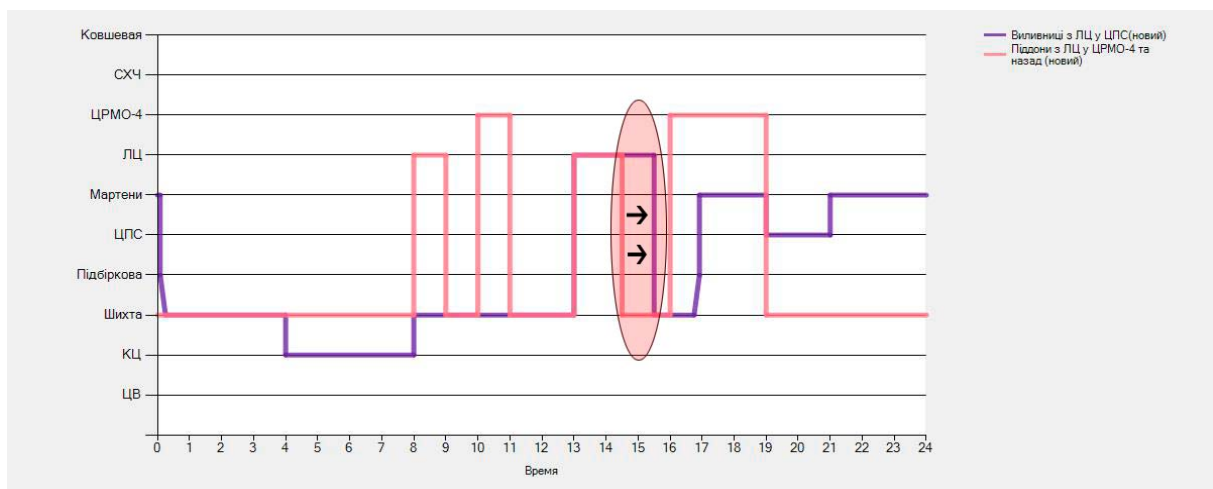


Рис. 4. Об'єднання маршрутів руху №1 та 3 на ділянці ЛЦ – «Шихта»

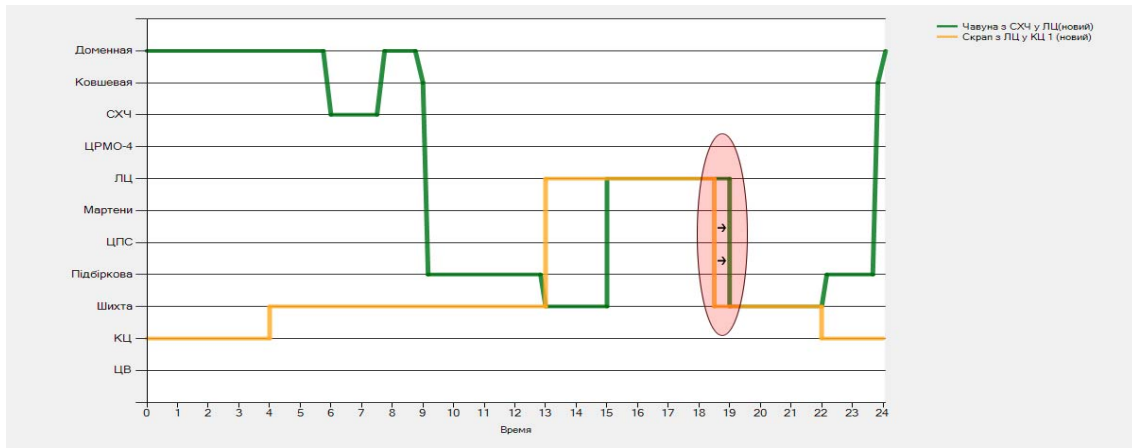


Рис. 5. Об'єднання маршрутів руху № 4 та 5 на ділянці ЛЦ – «Шихта»

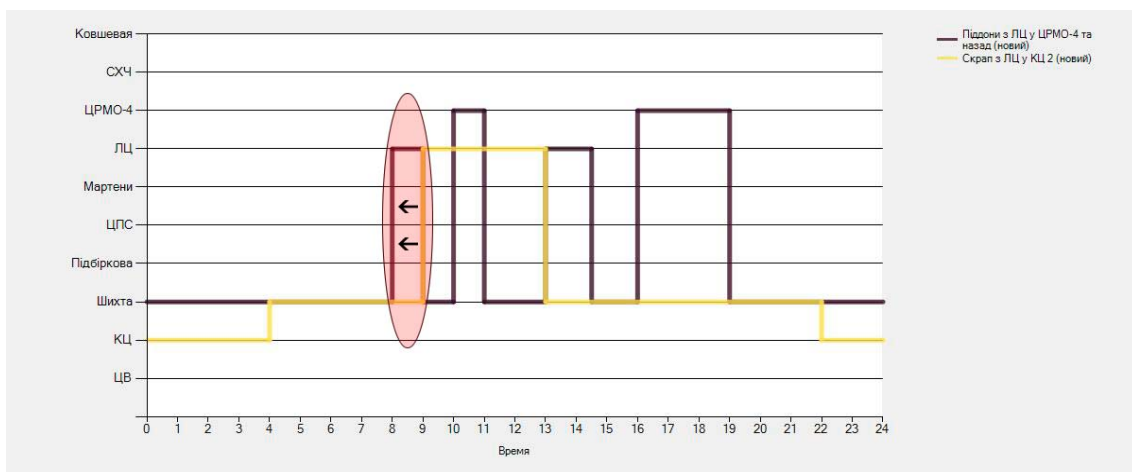


Рис. 6. Об'єднання маршрутів руху № 3 та 6 на ділянці «Шихта» – ЛЦ

Аналогічним чином виконуються суміщення для маршрутів № 4 та 5, 3 та 6, що зображено на рисунках 5 та 6 відповідно.

На цьому робота з цими маршрутами перевезень завершена. Аналіз результатів корегування маршрутів перевезень наведений в таблиці 1.

Враховуючи зворотні холості пробіги локомотивів, кількість їх переміщень зменшено з 20 до 8 одиниць.

Розглянемо наступну вибірку з 9 номерів маршрутів перевезень інших залізничних районів (у дужках вказана нумерація однакових за назвою маршрутів перевезень):

1. Обрізки слябів (3).
2. Окалина до бункерів доменного цеху (2).
3. Окалина на шихтовий двір мартенівського цеху (1).
4. Окалина на шихтовий двір мартенівського цеху (2).
5. Окалина до бункерів доменного цеху (3).
6. Окалина до бункерів доменного цеху (1).
7. Обрізки слябів (4).
8. Обрізки слябів (1).
9. Обрізки слябів (2).

Сукупність ниток контактного графіку показана на рисунку 7.

Таблиця 1

Аналіз результатів корегування маршрутів перевезень

Маршрути перевезень	Існуючі переміщення, од.	Проектні переміщення, од.
№ 3 (піддони з ЛЦ до ЦРМО-4), № 6 (скrap з ЛЦ до КЦ)	2	1
№ 4 (чавун з СХЧ до ЛЦ), № 5 (скrap з ЛЦ до КЦ)	2	1
№ 1 (виливниці з ЛЦ до ЦПС), № 3 (піддони з ЛЦ до ЦРМО-4)	2	1
№ 1 (виливниці з ЛЦ до ЦПС), № 3 (піддони з ЛЦ до ЦРМО-4), № 5 (скrap з ЛЦ до КЦ), № 2 (піддони з ЛЦ до ЦПС)	4	1
Разом	10	4

Шляхом попарного перегляду графіків знаходяться можливості їх об'єднання:

- а) маршрути № 1 та 4 (рис. 8);
- б) маршрути № 1, 5 та 9 (рис. 9);
- в) маршрути № 2, 3, 7 та 8 (рис. 10);
- г) маршрути № 3 та 9 (рис. 11);
- д) маршрути № 4, 6 та 7 (рис. 12);
- е) маршрути № 5 та 7 (рис. 13).

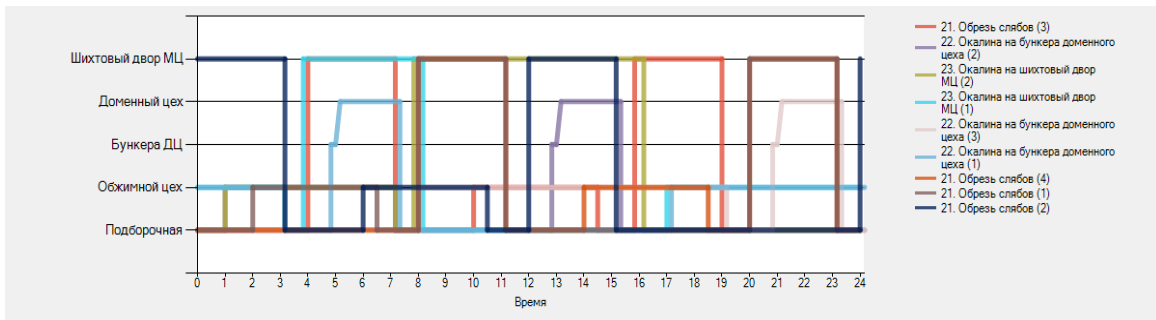


Рис. 7. Сукупність ниток контактної графіку для корегування

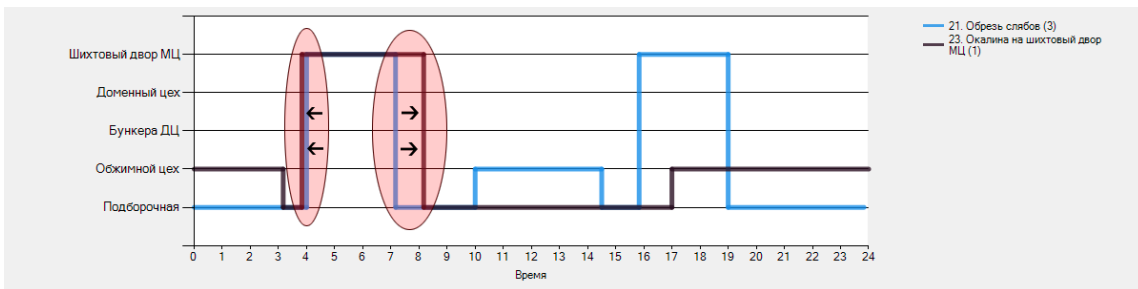


Рис. 8. Об'єднання маршрутів руху № 3 та 6 на ділянках «Підбіркова – Шихтовий двір» та «Шихтовий двір – Підбіркова»

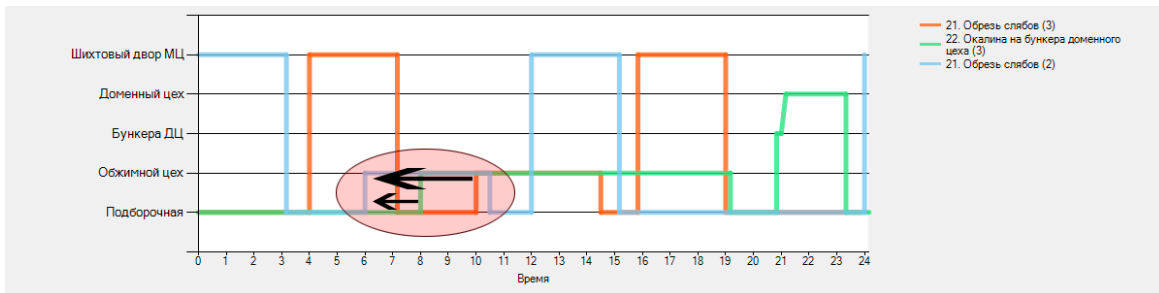


Рис. 9. Об'єднання маршрутів руху № 1, 5 та 9 на ділянках «Підбіркова – Шихтовий двір» та «Шихтовий двір – Підбіркова»

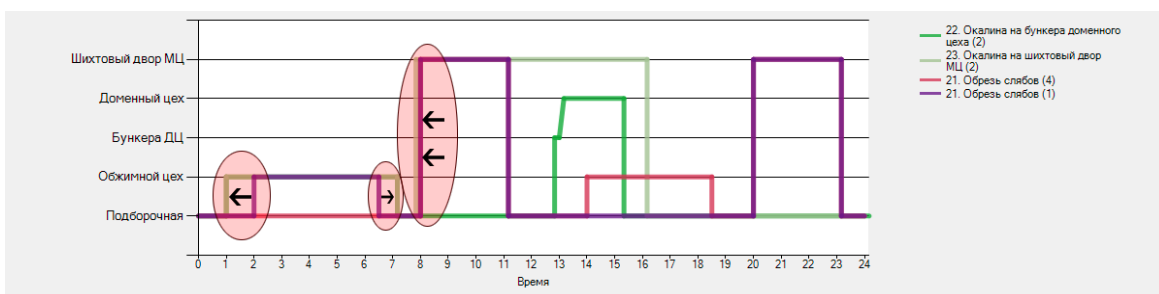


Рис. 10. Об'єднання маршрутів руху № 2, 3 та 8 на ділянках «Підбіркова – Обтискний цех», «Обтискний цех – Підбіркова» та «Підбіркова – Шихтовий двір»

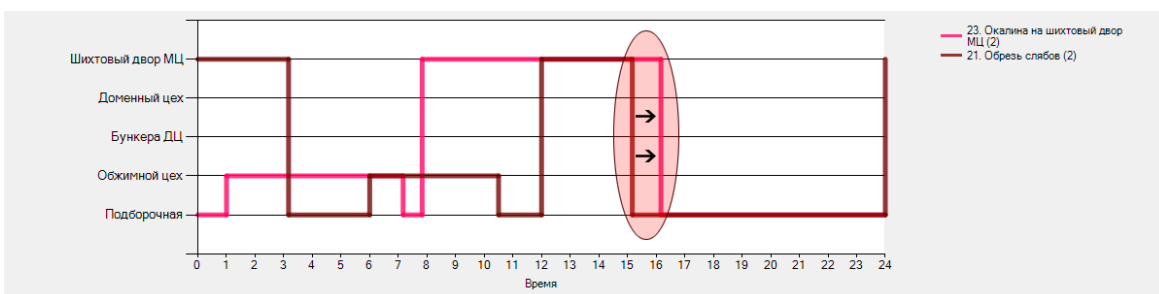


Рис. 11. Об'єднання маршрутів руху № 3 та 9 на ділянці «Шихтовий двір – Підбіркова»

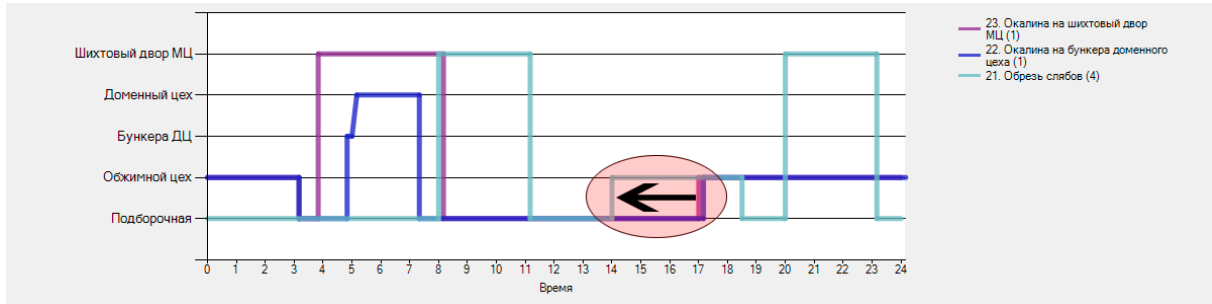


Рис. 12. Об'єднання маршрутів руху № 4, 6 та 7 на ділянці «Підбірка – Обтискний цех»

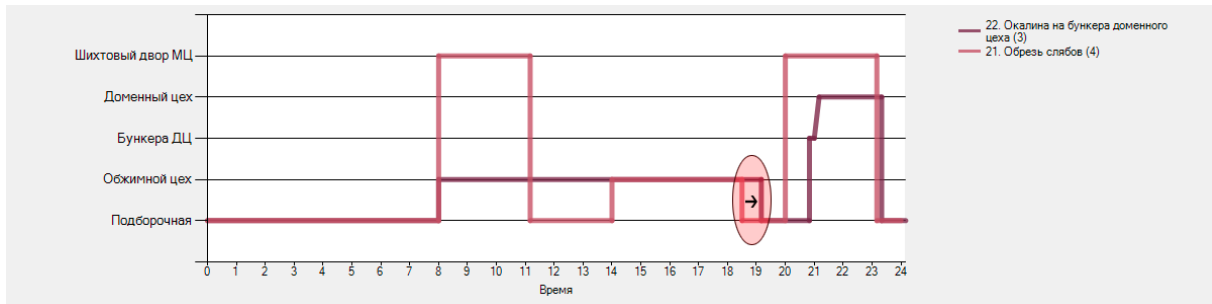


Рис. 13. Об'єднання маршрутів руху № 5 та 7 на ділянці «Обтискний цех – Підбірка»

Аналіз результатів корегування маршрутів перевезень наведений в таблиці 2.

Таблиця 2

Аналіз результатів корегування маршрутів перевезень

Маршрути перевезень	Існуючі переміщення, од.	Проектні переміщення, од.
1 та 4	4	2
1, 5 та 9	3	1
2, 3, 7 та 8	9	3
3 та 9	2	1
4, 6 та 7	3	1
5 та 7	2	1
Разом	23	9

За рахунок скорочення тривалості роботи локомотивів від удосконалення контактних графіків отримано економічний ефект у розмірі 54,3 тис. грн на рік.

Висновки. Запропонований метод графічного методу аналізу контактних графіків виконання внутрішніх перевезень промислового підприємства.

За рахунок використання методики, яка дозволяє максимально поєднати нитки графіків окремих перевезень, можливе отримання економічного ефекту в розмірі близько 54,3 тис. грн. завдяки скороченню тривалості роботи локомотивів.

Література

1. Попов А. Т. Анализ влияния неравномерности производственных процессов металлургического комбината на величину резервов вагонов [Текст] / А. Т. Попов, О. А. Суслова, О. В. Воронина // Проблемы современной науки // сборник научных трудов конференции Липецкого государственного технического университета. – 2016. – С. 189-200.
2. Попов А. Т. Исследование влияния неритмичности производственных процессов на количество вагонов в обороте [Текст] / А. Т. Попов, О. В. Воронина // Транспорт Урала. – 2016. – № 3 (50). – С. 54-59.
3. Попов А.Т. Проблемы существующей организации внутривозовских перевозок в условиях металлургического комбината / А. Т. Попов, О. В. Воронина // Современные проблемы транспортного комплекса России. – 2014. – Т. 4. – № 1 (5). – С. 29-37.
4. Балгабеков Т. К. Проблемы промышленного транспорта Казахстана / Т. К. Балгабеков, С. К. Малыбаев, С. О. Фролова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 6-3. – С. 392-394.
5. Рахмангулов А. Н. Методика выбора рационального варианта внутривозовских перевозок (на примере Белорецкого металлургического комбината) / А. Н. Рахмангулов, С. Е. Гавришев, С. В. Трофимов, С. Н. Корнилов, В. А. Лукьянов // Научные сообщения НТЦ-НИИОГР. – Челябинск, 1999. – С. 63-65.
6. Воронина О. В. Исследование организации внутривозовских железнодорожных перевозок в условиях аритмии производства / О. В. Воронина // Сборник материалов областного профильного семинара «Школа молодых ученых по проблемам гуманитарных, естественных и технических наук». – Липецк, 2016. – С. 253-265.
7. Корнилов С. Н. Подход к выбору приоритетов при обслуживании производственных подразделений железнодорожным транспортом / С. Н. Корнилов, А. Н. Антонов // Современные проблемы транспортного комплекса России. – 2011. – № 1. – С. 95-99.
8. Турпак С. М. Разработка контактних графіків обслуговування транспортно-виробничого комплексу на основі мікрологістических принципів [Текст] / С. М. Турпак, Д. В. Бондаренко // Тиждень науки: науково-практична конф., 12-16 квітня 2010р. : тези

- доповідей. – Запоріжжя : ЗНТУ. – 2010. – Т. 1. – С. 201.
- Турпак С. М. Оптимізація маршрутів перевезень вантажів на під'їзній колії металургійного підприємства [Текст] / С. М. Турпак, О. В. Світлицький // Тиждень науки: науково-практична конф., 14-18 квітня 2014 р. : тези доповідей. – Запоріжжя : ЗНТУ. – 2014. – Т. 1. – С. 42.
 - A. s. 65138 Україна. Програма для побудови контактних графіків транспортного обслуговування виробничих підрозділів металургійного підприємства [Текст] / Турпак С. М., Грицай С. В. (Україна). Зареєстр. 04.05.2016. – 1с.

References

- Popov A. T. Analiz vliyaniya neravnomernosti proizvodstvennykh protsessov metallurgicheskogo kombinata na velichinu rezervov vagonov [Text] / A. T. Popov, O. A. Suslova, O. V. Voronina // Problemy sovremennoy nauki // Sbornik nauchnykh trudov konferentsii Lipetskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2016. – Pages 189-200.
- Popov A. T. Issledovanie vliyaniya neritmichnosti proizvodstvennykh protsessov na kolichestvo vagonov v oborote [Text] / A. T. Popov, O. V. Voronina // Transport Urala. – 2016. – No. 3 (50). – Pages 54-59.
- Popov A. T. Problemy sushhestvuyushhej organizatsii vnutrizavodskix perezovoz v usloviyax metallurgicheskogo kombinata / A. T. Popov, O. V. Voronina // Sovremennye problemy transportnogo kompleksa Rossii. – 2014. – T. 4. – No. 1 (5). – Pages 29-37.
- Balgabekov T. K. Problemy promyshlennogo transporta Kazaxstana / T. K. Balgabekov, S. K. Malybaev, S. O. Frolova // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyx i fundamentalnyx issledovaniy. – 2015. – No. 6-3. – Pages 392-394.
- Rahmangulov A. N. Metodika vybora racionalnogo varianta vnutrizavodskix perezovozok (na primere Beloreckogo metallurgicheskogo kombinata) / A. N. Rahmangulov, S. E. Gavrishev, S. V. Trofimov, S. N. Kornilov, V. A. Lukyanov // Nauchnye soobshheniya NTC-NIIORG. – Chelyabinsk, 1999. – Pages 63-65.
- Voronina O. V. Issledovanie organizatsii vnutrizavodskix zheleznodorozhnyx perezovozok v usloviyax aritmii proizvodstva / O. V. Voronina // Sbornik materialov oblastnogo profilnogo seminaru «Shkola molodyx uchenykh po problemam gumanitarnykh, estestvennykh i tekhnicheskikh nauk». – Lipeck, 2016. – Pages 253-265.
- Kornilov S. N. Podxod k vyboru prioritetrov pri obsluzhivanii proizvodstvennykh podrazdelenij zheleznodorozhnym transportom / S. N. Kornilov, A. N. Antonov // Sovremennye problemy transportnogo kompleksa Rossii. – 2011. – No. 1. – Pages 95-99.
- Turpak S. M. Razrabotka kontaktnykh grafikov obsluzhivaniya transportno-proizvodstvennogo kompleksa na osnovanii mikrologicheskikh printsipov [Text] / S. M. Turpak, D. V. Bondarenko // Tyzhden nauky: nauково-praktychna konf., April 12-16, 2010 : tezy dopovidey. – Zaporizhzhia : ZNTU. – 2010. – Vol. 1. – Page 201.
- Turpak S. M. Optymizatsiya marshrutiv perevezen vantazhiv na pidyizniy koliiy metalurgiynogo pidpriemstva [Text] / S. M. Turpak, O. V. Svitlytskiy // Tyzhden nauky: nauково-praktychna konf., April 14-18,

- 2014 : tezy dopovidey. – Zaporizhzhia : ZNTU. – 2014. – Vol. 1. – Page 42.
- A. s. 65138 Ukraine. Programa dlya pobudovy kontaktnykh grafikiv transportnogo obslugoivuvannia vyrobnychykh pidrozdiliv metalurgiynogo pidpriemstva [Text] / S. M. Turpak, S. V. Grytsay (Ukraine). Registered on May 04, 2016. – 1 page.

Турпак С. М., Васильєва Л. О., Лебідь Г. О., Падченко О. О., Сидоренко Ю. Т. Оптимізація графіків внутрішніх залізничних перевезень металургійного підприємства.

В статті представлений графічний метод аналізу контактних графіків виконання внутрішніх перевезень промислового підприємства за допомогою розробленої програми «TrainGraph». На графіках передбачено враховувати зайнятість станційних колій, час технологічного простою та переміщення рухомого складу. Представлена методика дозволяє одночасно розглядати групи окремих графіків, виділяти та збільшувати окремі фрагменти та передавати зображення у відомі графічні редактори. Передбачене відтворення циклів виконання технологічних операцій з залізничними складами. Шляхом використання методики, яка дозволяє максимально поєднати нитки графіків окремих перевезень, можливе отримання економічного ефекту за рахунок скорочення тривалості роботи локомотивів.

Ключові слова: контактний графік, залізничний транспорт, промислове підприємство, перевезення.

Turpak S., Vasilyeva L., Padchenko O., Lebid G., Sidorenko Yu. Optimization of the railway transportation schedule of metallurgical enterprise.

The article presents a graphical method of analyzing the contact schedules of performance of the internal transportation of industrial enterprise using the designed program TrainGraph. The schedules include the occupation of station tracks, the technological idle time and the movement of rolling stock. The presented method allows to consider simultaneously groups of separate schedules, to allocate and increase separate fragments and transfer the image to known graphical editors. It is envisaged to reproduce the cycles of performing technological operations with sets of cars. Using a method that allows to maximally connect the threads of the schedules of individual transportations allows to obtain an economic effect by reducing the duration of work of locomotives

Keywords: contact schedule, railway transport, industrial enterprise, transportation.

Турпак С.М. – д.т.н., професор кафедри «Транспортні технології» ЗНТУ, e-mail: turpak@mail.ru.

Васильєва Л.О. – ст. викладач кафедри «Транспортні технології» ЗНТУ, e-mail: olegka107@ukr.net.

Лебідь Г. О. – ст. викладач кафедри «Транспортні технології» ЗНТУ, e-mail: leanna11@list.ru.

Падченко О. О. – ст. викладач кафедри «Транспортні технології» ЗНТУ, e-mail: padchenkolena@list.ru

Сидоренко Ю. Т. – аспірант кафедри «Транспортні технології» ЗНТУ, e-mail: yu.t.sidorenko@zaporizhstal.com.

Рецензент: д.т.н., проф. **Марченко Д.М.**

Стаття подана 30.03.2017