

УДК 656.212

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОЇЗДОУТВОРЕННЯ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ
СОРТУВАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ**

Канд. техн. наук Г. В. Шаповал, асист. Г. І. Шелехань, І. В. Занік

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОЕЗДООБРАЗОВАНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ
СОРТИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА**

Канд. техн. наук А. В. Шаповал, ассист. А. И. Шелехань, И. В. Заник

**RESEARCH OF THE TRAIN FORMATION INFLUENCE ON THE SORTING PROCESS
EFFICIENCY**

Phd. tehn. sciences G. V. Shapoval, ass. G. I. Shelekhan, I. V. Zanic

Наведено формалізацію задачі підвищення ефективності сортувального процесу на сортувальній станції при формуванні багатогрупних поїздів. Зазначено, що для подальшої її реалізації необхідний детальний розгляд кожного етапу сортувального процесу, що не завжди є можливим з урахуванням специфіки процесу. Запропоновано вирішення поставленої задачі за допомогою імітаційного моделювання із застосуванням математичного апарату мереж Петрі.

Ключові слова: сортувальний процес, закінчення формування, багатогрупні поїзди, імітаційне моделювання.

Дана формализация задачи повышения эффективности сортировочного процесса на сортировочной станции при формировании многогруппных поездов. Отмечено, что для дальнейшей ее реализации необходимо детальное рассмотрение каждого этапа сортировочного процесса, что не всегда возможно с учетом специфики процесса. Предложено решение поставленной задачи с помощью имитационного моделирования с применением математического аппарата сетей Петри.

Ключевые слова: сортировочный процесс, окончание формирования, многогруппные поезда, имитационное моделирование.

Among developing measures to improve the technology of the ending of a train forming main criteria for their selection there were reducing the duration of the freight cars on sorting process in subsystems dissolution and formation when its are processed in sorting station, as well as compliance with sorting capacity measures lines overnight to permissible capacity measures.

The results of the development of such measures are mathematical formulation of the objective of efficiency improving of the sorting process in sorting station as a objective function with system limitations and further its implementation by means of simulation modeling using mathematical tools of Petri nets.

Based on data from the simulation, it was determined that the application of the proposed measures to improve the technology of train forming in sorting station provides more rational organization of freight car traffic as internal communications and international, does not require additional technical facilities at the station, and as a result, does not require additional investments in station infrastructure.

Keywords: *sorting process, ending of the train formation, multi-group trains, imitation modeling.*

Вступ. У сучасних ринкових умовах необхідно приділяти більше уваги якісному обслуговуванню кожного вантажовідправника та вантажоодержувача. З метою забезпечення конкурентоспроможності залізниць України, заохочування нових клієнтів, у тому числі міжнародного рівня, необхідно досягати та підтримувати належний рівень обслуговування на усіх підприємствах залізниць на кожному етапі перевезення. Вирішення таких задач повинно базуватися на впровадженні технологій як щодо прискорення обслуговування, так і щодо якості самого обслуговування з урахуванням інтенсивного використання технічних засобів, раціонального їх застосування.

Розв'язання зазначених завдань має дуже важливе значення, оскільки дозволить вирішувати питання формування багатогрупних поїздів на сортувальних станціях в умовах зменшення експлуатаційних витрат та покращення показників роботи. Відповідно до цього необхідно формалізувати процес підвищення ефективності сортувального процесу на сортувальній станції, а також побудувати імітаційну модель роботи підсистем розформування і формування поїздів щодо варіантів утворення багатогрупних поїздів на сортувальних станціях стратегічного значення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основу організації вагонопотоків становить план формування поїздів, яким визначається рівень

завантаження технічних засобів транспорту, а також розподіл сортувальної і маневрової роботи між станціями і пунктами відправлення та призначення вантажних поїздів. У цілому план формування поїздів багато у чому визначає час перебування вагонів на шляху прямування, а відповідно, і швидкість доставки вантажів [1-9]. Закладений І. І. Васильєвим ще до впровадження інформаційних технологій принцип зіставлення економії і витрат вагоно-годин при складанні плану формування поїздів і його розрахункова формула застосовувалися до недавнього часу. З розвитком технологій методи вдосконалювалися і для розрахунку плану формування поїздів були розроблені більш досконалі методи такими вченими, як А. І. Петров, К. А. Бернгард, С. В. Дувалян, В. М. Акулінічев, В. Я. Болотний, Є. В. Архангельський, Є. М. Тішкін, О. А. Абрамов. Але розроблені методи наразі не враховують специфіку сортувального процесу у сучасних умовах на залізницях України, тому доцільним є визначення методів складання плану формування поїздів для кожної технічної станції окремо, зважаючи на характер, обсяги і стратегічне значення кожного струменя вагонопотоків, що на ній переробляється.

Визначення мети та задачі дослідження. Метою роботи є підвищення ефективності функціонування сортувального парку сортувальної станції.

Основна частина дослідження.

Технологія і тривалість збирання вагонів при формуванні групових поїздів залежать від кількості колій і груп вагонів, а також способу з'єднання цих груп у составі. Складання вагонів можна здійснювати послідовною перестановкою кожної групи окремо на колію збирання; накопиченням (послідовним приєднанням) у маневровому составі всіх зібраних груп; комбінованим способом – накопиченням при маневровому составі не усіх, а кожного разу декількох груп; розподільчим методом [1-9]. Зараз, завдяки розвитку інформаційного середовища, створюються нові засоби обчислювальної техніки, зростають обсяги перевізної роботи і в практику активно впроваджуються нові теоретичні підходи до організації вагонопотоків, що розробляються сучасними вченими [6-9].

Суть цих методів полягає у складанні безлічі варіантів планів формування поїздів, які потім оцінюються за кількома критеріями для вибору оптимальних варіантів. Такі методи дозволяють складати і оцінювати взаємоув'язування варіантів планів як для окремих залізниць, так і для мережі у цілому.

Як об'єкт для розробки заходів з підвищення ефективності сортувального процесу було розглянуто сортувальну станцію Куп'янськ-Сортувальний регіональної філії «Південна залізниця» ПАТ «Укрзалізниця» (надалі – станція К-С), яка займає дуже важливе місце у процесах залізничних вантажних перевезень на території України. Куп'янськ-Сортувальний є одним із найважливіших залізничних вузлів Південної залізниці, де стикаються багато найважливіших напрямків вагонопотоків і через який проходить вантажопотік з Росії, Казахстану, інших країн у чорноморські порти і на західні переходи України. У К-С зароджується транзитний вантажопотік, який йде потім без переробки через усю Україну. Станція має парну і непарну сортувальну системи з класичним розташуванням основних парків, але для розгляду сортувального процесу на станції К-С було взято за приклад саме парну систему, оскільки вона являє найбільший інтерес з позиції формування поїздів міжнародного та внутрішнього сполучень, а також формування багатогрупних поїздів, ефективність якого розглядається у даній роботі.

Можливі напрямки формування поїздів на станції наведено на рис. 1.

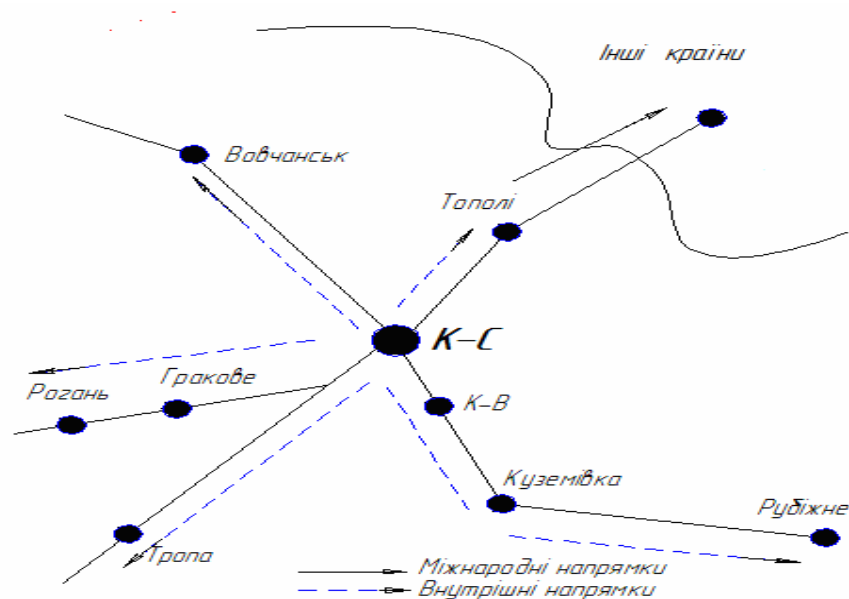


Рис. 1. Схема напрямків формування поїздів на станції К-С

Відомо, що з метою попередження можливих затримок під час розпуску составів через недостатню місткість спеціалізованих колій та при нерівномірному надходженні вагонопотоку слід застосовувати змінну спеціалізацію колій сортувального парку [1, 4, 5], але враховуючи можливу специфіку поїздоутворення за напрямками на станціях, доцільним є застосування змінної спеціалізації не колій, а пучків колій відповідно до потужності напрямків формування поїздів та кількості колій у кожному пучку.

Так, на даний час у сортувальному парку розподіл вагонів, які розформовуються на парній гірці, відбувається шляхом виділення під кожний напрямок окремих колій для завантажених та порожніх вагонів. Проте окрім виділення окремих колій для завантажених та порожніх вагонів пропонується також призначити спеціалізацію для кожного пучка за напрямками, а саме перший та другий пучки – для вагонопотоків міжнародного призначення, третій – для внутрішнього сполучення. У залежності від потужності кожного напрямку буде виділятися одна або дві колії для завантажених вагонів та одна колія для порожніх відповідно до характеру вагонопотоку.

Другий пучок пропонується виділити окремо для міжнародного напрямку, через який відбувається розподіл вагонопотоку по інших країнах Близького Сходу, оскільки за розмірами він дуже вагомий. Для того, щоб сортувальний процес на цьому напрямку пришвидшити на інші напрямки, пропонується окремо виділяти колії для порожніх та завантажених вагонів по тих напрямках (країнах), на які буде розподілений цей вагонопотік у подальшому прямуванні.

Таким чином, перший та другий пучок будуть спеціалізуватися тільки у міжнародних сполученнях. Третій пучок буде доцільно виділити для внутрішніх

вагонопотоків та у кількості трьох колій відповідно до обсягів переробки, решту колій залишити для відстоювання резервних вагонів та тих, що очікують ремонту.

З метою скорочення періоду накопичення вагонів та закінчення формування составів доцільним є регулювання черги розформування составів у залежності від наявності в них вагонів для закінчення формування поїзда.

Поточні лінії підсистем розформування і формування поїздів можна класифікувати за кількістю одночасно оброблюваного рухомого складу – одноканальні або багатоканальні і характером виконуваних індивідуальних процесів – прості або складні. На простих поточних лініях виконуються індивідуальні процеси, не пов'язані з перестановкою рухомого складу. До таких процесів відносяться технічний і комерційний огляд составів поїздів по прибутті та відправленні, очікування составом маневрового локомотива на коліях тощо.

На складних поточних лініях виконуються індивідуальні процеси, пов'язані з перестановкою рухомого складу і вагонів з попередніх поточних ліній і розмежуванням їх між каналами послідовних поточних ліній. Такими поточними лініями можуть бути підгіркова горловина сортувального парку з розформуванням составів на ній, групи колій у хвостовій горловині сортувальному парку, на яких відбувається накопичення вагонів у групи та/або состави, перестановка готових составів з сортувального парку на колії парку відправлення.

Сортувальний парк являє собою багатоканальну поточну лінію, кількість каналів на якій визначається кількістю сортувальних колій, що виділені для накопичення рухомого складу за призначенням плану формування. Після накопичення рухомого складу сортувальні колії використовуються як канали для очікування.

Витяжні колії формування являють собою складну багатоканальну поточну лінію. Кількість каналів тут обмежується кількістю ізольованих витяжних колій разом із закріпленими за ними маневровими локомотивами.

Парк відправлення, як і парк приймання, являє собою просту багатоканальну поточну лінію, на якій виконується комплекс операцій з підготовки сформованого рухомого складу до відправлення. Кількість каналів у парку відправлення визначається кількістю бригад, які одночасно обробляють рухомий склад, а відправні колії також виконують роль каналів очікування виконуваних операцій.

Таким чином, на сортувальній станції утворюється наскрізний сортувальний потік, який являє собою послідовне чергування простих і складних поточних ліній, при цьому кожна складна поточна лінія обслуговує дві суміжні прості багатоканальні лінії, що примикають до неї.

Завдання підвищення ефективності сортувального процесу на сортувальній станції є завданням пошуку таких технологічних параметрів сортувального процесу, які б забезпечували виконання заданих обсягів переробки з мінімальними витратами часу та матеріальних ресурсів за заданий період планування. Модель сортувального процесу на сортувальній станції має відображати особливості процесу переміщення вагонопотоків від моменту їх надходження на сортувальну станцію до моменту відправлення їх на напрямки згідно з планом формування поїздів.

Вихідними даними задачі є інформація про структуру системи, про обсяги вагонопотоку, що надходить на сортувальну станцію призначенням згідно з планом формування поїздів; характеристики технічних об'єктів сортувальної станції, до яких відносяться: потужність сортувальної гірки, кількість колій у парках станцій, кількість

працюючих на станції маневрових локомотивів та їх спеціалізація; оперативна інформація про стан об'єктів у попередні моменти часу тощо.

Технологія сортувального процесу, що розглядається, може бути описана такими керуючими параметрами:

- обсягом вхідного вагонопотоку на станції (V), ваг;
- кількістю колій сортувального парку, що задіяні для виконання поїздоутворення та виконання закінчення формування (k);
- тривалістю виконання закінчення формування составів на цих коліях (t), год;
- кількістю груп вагонів, що формуються за технологією поїздоутворення (g);
- кількістю маневрових локомотивів, задіяних у сортувальному процесі (l).

Таким чином, цільова функція може бути подана у неявному вигляді

$$T = f(V, k, t, g, l) \rightarrow \min. \quad (1)$$

На складові наведеної цільової функції накладаються такі обмеження:

$$\begin{cases} 1 \leq V \leq N_{пер}; \\ 1 \leq k \leq k_{заг}; \\ t \leq t_{норм}; \\ 1 \leq g \leq V; \\ 1 \leq l \leq L, \end{cases} \quad (2)$$

де $N_{пер}$ – переробна спроможність гірки, ваг;

$k_{заг}$ – загальна кількість колій у сортувальному парку;

$t_{норм}$ – нормативні значення на виконання технологічних операцій сортувального процесу, год;

L – кількість маневрових локомотивів, що працюють на станції у підсистемах розформування і формування.

Приведення цільової функції до явного вигляду та подальше її розв'язання потребує детального розгляду кожного етапу сортувального процесу, що не завжди є можливим з урахуванням специфіки процесу, який розглядається [6, 16]. Тому в роботі доцільним є застосування імітаційного моделювання, завдяки якому можна отримати певні результати для розв'язання поставленої задачі.

Для проведення динамічного дискретного моделювання сортувального процесу на сортувальній станції К-С було обрано математичний апарат мереж Петрі, що характеризується відносною простотою застосування та доступністю для аналізу результатів моделювання. Суть апарату, галузі застосування, його переваги та недоліки було детально розглянуто такими вченими, як В. Е Котов, Дж. Пітерсон, Е. Сміт, І. О. Ломазова та ін. [10-13]. Даний апарат широко застосовується при моделюванні транспортних потоків, зокрема залізничних [14-17].

При моделюванні сортувального процесу на сортувальній станції переходами зображено ті операції, що проводяться з поїздами, складами, вагонами або локомотивами у підсистемах розформування та формування, а також події, що не мають тривалості дії, але мають значення при розподілі складів на групи чи окремі вагони або застосуванні розподілу ймовірностей настання певних подій. Так, під переходами першого типу можуть значитись операції з розформування складу; причеплення маневрового локомотива до складу; технічний огляд складу по прибутті; підбирання груп вагонів у склад у сортувальному парку. До переходів другого типу відносяться розбиття складу на групи вагонів або на окремі вагони при розформуванні на гірці; розподіл вагонів, що скочуються з гірки, по пучках сортувального парку тощо.

Під позиціями у мережі Петрі у даному випадку можуть розумітись

очікування виконання операцій, перебування фізичних одиниць на певних об'єктах, а також так звані «лічильники» кількості фізичних одиниць, що пройшли певні переходи, тобто з якими відбулися певні операції.

Фізичними одиницями (фішками, що переходять від позицій до переходів і у зворотному напрямку) у даній моделі є кількісні фізичні об'єкти, що змінюють свою чисельність у процесі моделювання: поїзди, що прибувають і відправляються зі станції; склади, що розформовуються або формуються на сортувальних коліях; вагони, що потрапляють на різні колії сортувального парку в процесі розформування або які об'єднуються у групи вагонів під час формування складу; маневрові локомотиви, що обслуговують станцію тощо.

На рис. 2 зображено фрагмент імітаційної моделі у процесі моделювання, на якому подано колії першого пучка у процесі накопичення вагонів на них та очікування сформованих складів переставлення у парк відправлення. Як видно з рисунка, у даному запуску моделі такт моделювання 593 відповідає 1195 хв роботи станції протягом доби. У той же час на коліях другого і третього пучка продовжується сортувальний процес (рис. 3), ув'язаний з роботою технічних пристроїв усієї станції, зокрема маневрових локомотивів, витяжних колій та ін.

Розрахунок поїздоутворення, а саме визначення тривалості на готовність складів до відправлення, проводиться на підставі встановлених технологічним процесом норм тривалості знаходження складів у парках прибуття й відправлення, тривалості розформування й формування складів, перестановки їх у парк відправлення. Тому при визначенні раціонального способу формування складів на коліях сортувального парку ці норми виконання технологічних операцій є визначальними.

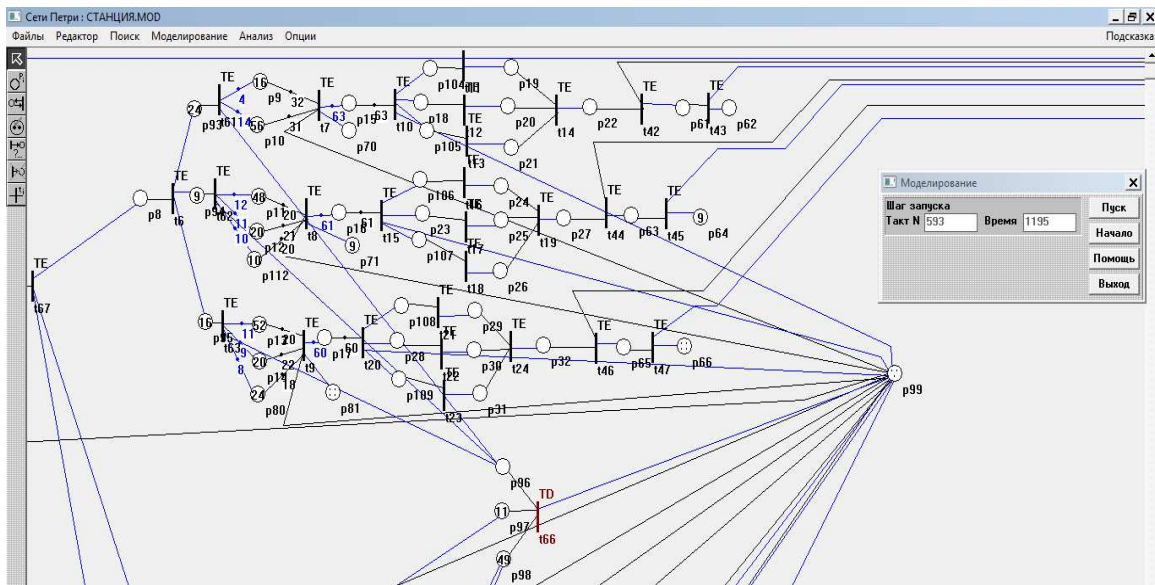


Рис. 2. Фрагмент імітаційної моделі сортувальної станції у мережах Петрі для першого пучка сортувального парку

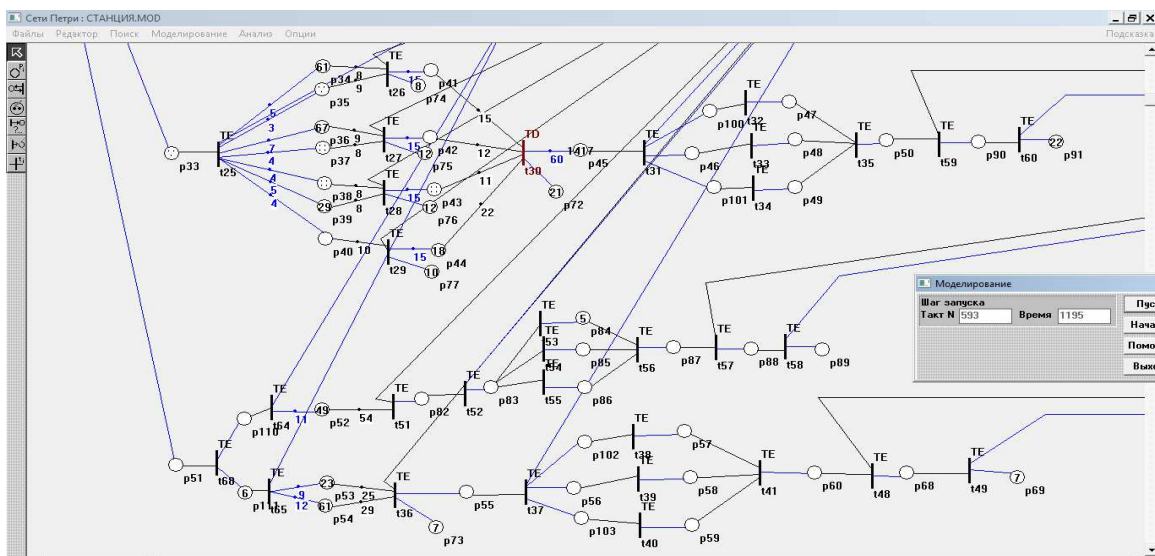


Рис. 3. Фрагмент імітаційної моделі сортувальної станції у мережах Петрі для другого пучка сортувального парку

Щоб детальніше відобразити процес поїздоутворення, розглянемо гістограму розподілу інтервалів закінчення формування поїздів (рис. 4).

Порівнюючи з нормативами на виконання технологічних операцій на гірці, які наведені вище, можна зробити висновок, що кожна операція виконується

згідно з нормами відхилення може становити лише 1-2 хв.

Для подальшого розгляду роботи на сортувальних коліях потрібно визначити рівень завантаження колій сортувального парку. На основі даних розрахунку параметрів і встановлення інтервалів між сформованими поїздами за показниковим

законом складено таблицю, у якій наведені дані по кожній колії, та рис. 5, що відображає завантаженість сортувальних колій протягом доби.

На рис. 6 наведено добові обсяги формування груп вагонів та составів з цих груп окремо по кожному пучку. З рисунка видно, що найбільша кількість груп вагонів та составів формується на коліях другого

пучка, що підтверджується результатами розрахунків рівня завантаженості колій. У той же час, при невеликих обсягах сформованих груп вагонів та составів на коліях першого пучка рівень завантаженості цих колій значний, що свідчить про наявність повторного сортування вагонів на цих коліях для підбору груп вагонів по напрямках прямування.

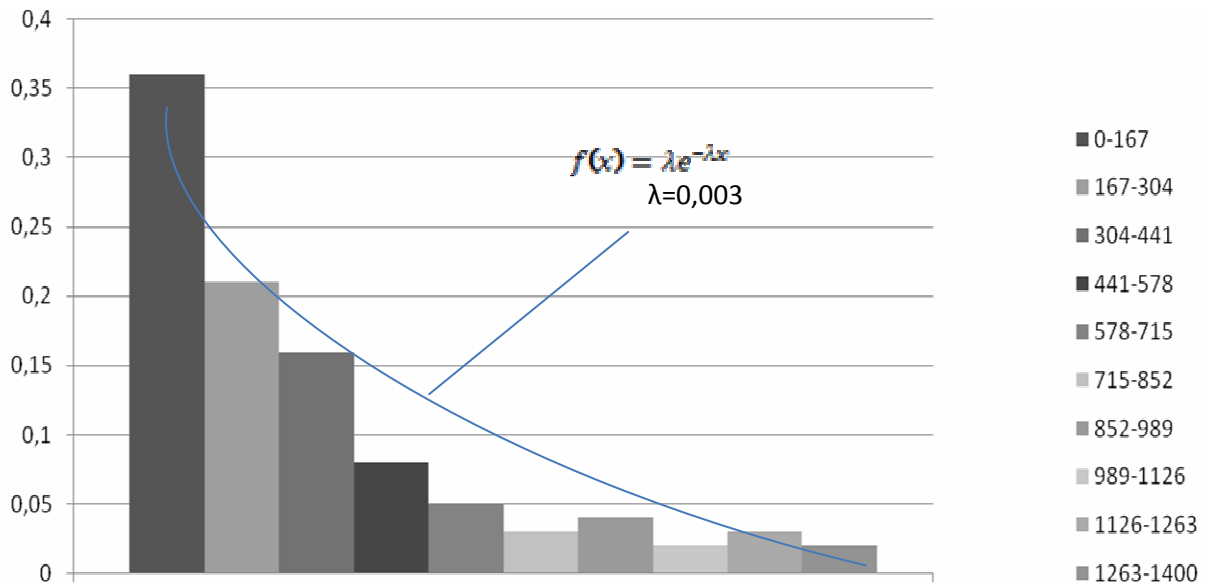


Рис. 4. Гістограма і теоретична крива розподілу інтервалів між сформованими поїздами

Таблиця

Рівень завантаження колій сортувального парку

Номер колії	Кількість вагонів	Кількість поїздів	Загальна тривалість заняття колій всіма поїздами, хв	Рівень завантаження колій
12	140	2	330	0,23
14	576	8	2570	0,88
15	553	8	1040	0,72
16	488	7	5088	0,88
17	346	5	2340	0,81
18	1054	15	5350	0,92
21	1327	19	6852	0,95
22	843	12	1250	0,87
23	1057	15	4760	0,83
24	222	3	1454	0,5
25	433	6	1670	0,58

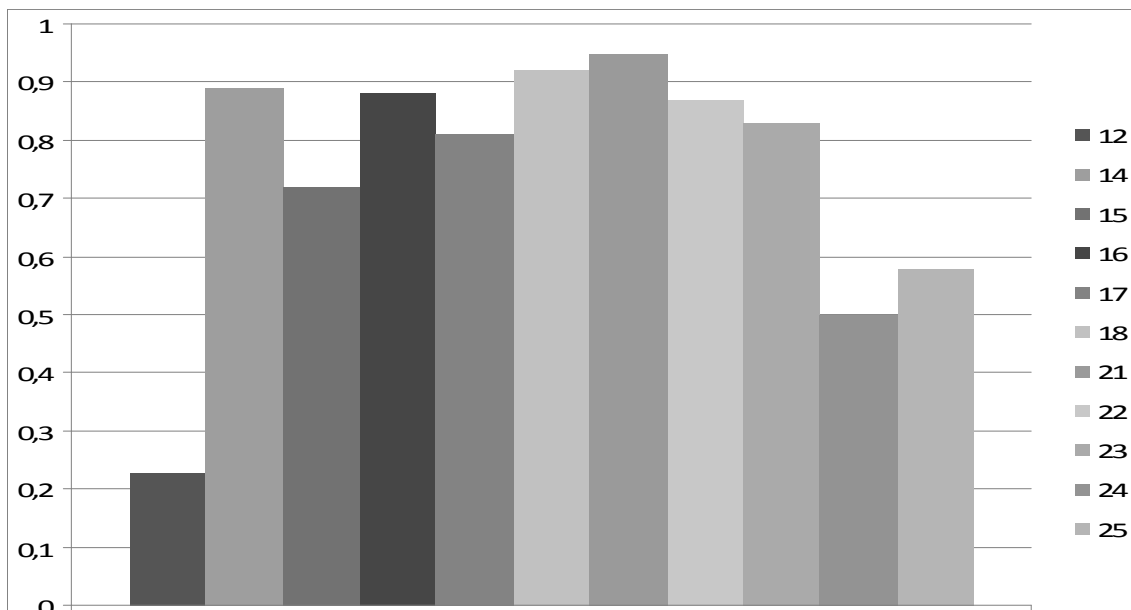


Рис. 5. Завантаженість сортувальних колій

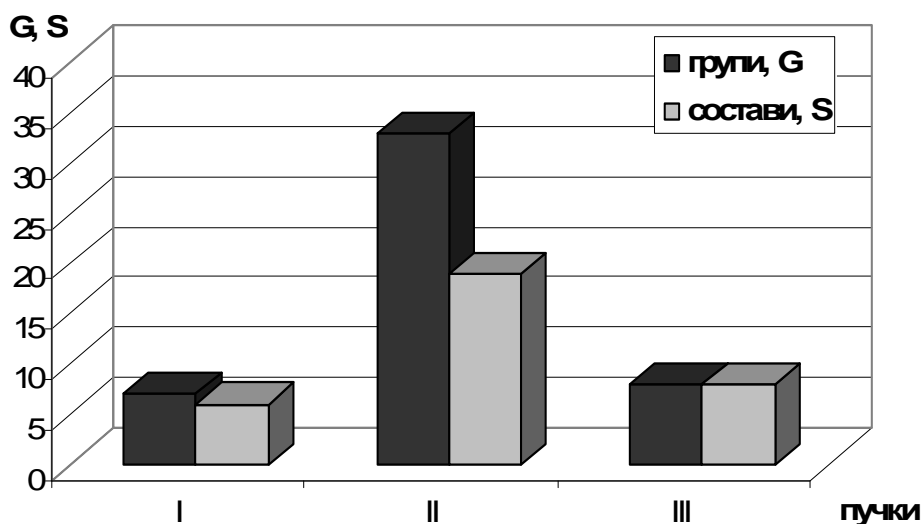


Рис. 6. Результати моделювання добової роботи підсистеми формування

На основі результатів моделювання процесу поїздоутворення та закінчення формування поїздів можна зробити висновок, що у залежності від напрямку подальшого прямування сформованого поїзда состав може формуватися від 30 хв до 1400 хв. Найбільш завантаженими коліями є колії № 21, 18, 16, 14, 17 та 22, які формують поїзди на міжнародні напрямки. Розглянувши результати

моделювання роботи на коліях сортувальної гірки станції К-С, було виявлено, що на двох перших пучках, а саме коліях № 11-18 та № 21-27, весь час проводяться сортувальні операції (розформування та формування составів, осаджування), тому вони є постійно зайнятими. Це дозволяє у повному обсязі забезпечити приймання та відправлення вантажів з різних напрямків.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. При розробці заходів з удосконалення технології закінчення формування составів поїздів основними критеріями щодо їх вибору були зменшення тривалості знаходження вагонів, що переробляються на сортувальній станції, під сортувальним процесом у підсистемах розформування та формування, а також відповідність при цьому рівня завантаженості сортувальних колій протягом доби допустимим рівням завантаження.

На основі даних, отриманих моделюванням, було визначено, що застосування запропонованих заходів з удосконалення технології поїздоутворення на сортувальній станції забезпечує більш раціональну організацію вагонопотоків як внутрішнього сполучення, так і міжнародного, при цьому не вимагає залучення додаткових технічних засобів на станції, і, як наслідок, не потребують додаткових капітальних вкладень у розвиток інфраструктури станції.

Список використаних джерел

1. Архангельский, Е. В. Одновременное формирование многогруппных поездов на сортировочных станциях [Текст] / Е. В. Архангельский // Железнодорожный транспорт. – 1979. – № 7. – С.72-5.
2. Сотников, И. Б. Взаимодействие станций и участков железных дорог [Текст] / И. Б. Сотников. – М.: Транспорт, 1976. – С. 77-93.
3. Сотников, И.Б. Интенсификация работы сортировочных станций [Текст] / И.Б. Сотников. – М.: Транспорт, 1979. – 163 с.
4. Флодр, Ф. Технология работы станций формирования поездов [Текст] / Ф. Флодр, В. Мойжиш, К. Волески. – М.: Транспорт, 1989. – С. 105-06.
5. Москалев, П. И. Непрерывность процессов переработки вагонов на станции [Текст] / П. И. Москалев. – М.: Транспорт, 1976. – 131 с.
6. Бобровский, В. И. Совершенствование методики выбора рациональной технологии формирования многогруппного состава [Текст] / В. И. Бобровский, И. Я. Сковрон // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. заліз. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – Вип. 131. – С. 162-171.
7. Ivic, M. Effects of the application of conventional methods in the process of forming the pick-up trains [Text] / M. Ivic, M. Markovic, A. Markovic // Yugoslav Journal of Operations Research. – 2007. – Vol. 17 (2). – P. 245-256.
8. Boysen, N. Shunting yard operations: Theoretical aspects and applications [Text] / N. Boysen, M. Flidner, F. Jaehn, E. Pesch // European Journal of Operational Research/ – 2012. – Vol. 220, Issue 1. – P. 1-14.
9. Lashenyh, O. Development of mathematical models for planning the duration of shunting operations [Text] / O. Lashenyh, S. Turpak, S. Gritcay, L. Vasileva, E. Ostroglyad // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – Vol. 5, Issue 3 (83). – P. 40-46.
10. Котов, В. Е. Сети Петри. [Текст] / В. Е. Котов. – М.: Наука, 1984. – 160 с.
11. Питерсон, Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем [Текст] / Дж. Питерсон. – М.: Мир, 1984 – 264 с.
12. Ломазова, И. А. Объектно-ориентированные сети Петри: формальная семантика и анализ [Текст] / И. А. Ломазова // Системная информатика. – 2002. – Вып. 8. – С. 143–205.
13. Лескин, А. А. Сети Петри в моделировании и управлении [Текст] / А. А. Лескин, П. А. Мальцев, А. М. Спиридонов. – Л.: Наука, 1989. – 133 с.
14. Альошинський, Є. С. Розробка моделі функціонування системи залізничних вантажних перевезень в міжнародних транспортних коридорах [Текст] / Є. С. Альошинський // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2008. – Вип. 2. – С. 31-35.

15. Альошинський, Є. С. Розробка імітаційної моделі процесу виконання митних операцій на припортових пунктах переробки контейнерних вантажів [Текст] / Є. С. Альошинський, Г. І. Шелехань, О. В. Миронець // Зб. наук. праць. – Донецьк: ДонІЗТ, 2008. – Вип. 13. – С. 5-12.

16. Загарий, Г. И. Моделирование процесса перевозок на железных дорогах Украины с помощью расширенных сетей Петри [Текст] / Г. И. Загарий, Ю. М. Федюшин // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. – 1997. – Т. 4. – С. 52-56.

17. Селецький, В. С. Застосування математичного апарату мереж Петрі на залізничному транспорті [Текст] / В. С. Селецький // Залізничний транспорт України. – 2009. – № 2. – С. 3-6.

Шаповал Ганна Василівна, канд. техн. наук, доцент кафедри залізничних станцій та вузлів Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (066) 753-81-83. E-mail: ann.shapoval@ukr.net.

Шелехань Ганна Ігорівна, асистент кафедри залізничних станцій та вузлів Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (066) 141-54-05. E-mail: shelekhan@email.ua.

Занік Ірина Володимирівна, студентка факультету управління процесами перевезень Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (099) 982-42-86. E-mail: irinka77718@gmail.com.

Shapoval Anna, PhD. Sc. Associate Professor, Department of railway stations and junctions Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (066) 753-81-83. E-mail: ann.shapoval@ukr.net.

Shelehan Anna I., the assistant of railway stations and junctions Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (066) 141-54-05. E-mail: shelekhan@email.ua.

Zanik Irina, a student of management processes of transport of Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (099) 982-42-86. E-mail: irinka77718@gmail.com.

Стаття прийнята 03.12.2016 р.