

Торопов Б.І.

Державний університет інфраструктури та технологій

Стрелко О.Г.

Державний університет інфраструктури та технологій

Грушевська Т.М.

Державний університет інфраструктури та технологій

Болвановська Т.В.

Український державний університет науки і технологій

ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОСНАЩЕННЯ ТЕХНІЧНИХ СТАНЦІЙ

У статті досліджено технології та оснащення технічних станцій із використанням системного підходу. В результаті системного аналізу виявлені «вузькі» місця і причини їх виникнення, що є підставою для розроблення заходів щодо удосконалення технології і технічного оснащення станції з метою покращення техніко-економічних показників її роботи. Досліджено комплекс технологічних операцій з вагонами, складами і поїздами. В залежності від характеру і послідовності цих операцій в парках сортувальних станцій виділено взаємозалежні фази переробки вагонопотоків: в парку прийому дві фази – підготовка складів до розпуску, розформування їх на сортувальній гірці; в сортувальному парку дві фази – накопичення вагонів на склади, формування і перестановка складів в парк відправлення; в парку відправлення три фази – підготовка складів до відправлення, забезпечення готових складів локомотивами і локомотивними бригадами, відправлення поїздів на вихідні дільниці.

В процесі дослідження роботи станцій встановлено, що найбільш часто необхідні заходи щодо покращення показників роботи сортувальних гірок і витяжних колій для формування складів, скорочення часу простоїв складів під обробкою та в очікуванні забезпечення їх поїзними локомотивами та локомотивними бригадами.

В залежності від місцевих умов досліджених станцій розглядалося і оцінювалося створення належного технологічного резерву поїзних локомотивів і локомотивних бригад на станції. По відношенню до такої багатофазної моделі процесу переробки вагонів на сортувальній станції дослідженням встановлені якісні показники роботи станцій: час знаходження вагонів в парках з розчленуванням по елементах, тривалості простою вагонів, затриманих з причин не прийому поїздів, експлуатаційної надійності станції та ін.

Ключові слова: залізничні станції, технологія роботи станцій, показники роботи, системний аналіз, системний підхід, хронометраж станційних процесів, вагон, склад, сортувальна гірка, парк.

Постановка проблеми. Сучасний транспортний ринок, як за кордоном так і в Україні, характеризується жорсткою конкуренцією між залізничним та іншими видами транспорту. За таких умов для залізничного транспорту актуальності набуває необхідність зниження собівартості перевезень на всіх етапах технологічного процесу. Як свідчить аналіз статистичних даних за останній період величина обороту вантажного вагону зросла в двічі, і така негативна тенденція, за оцінками фахівців, в найближчу перспективу не буде зупинена. В структурі обороту вагону на час знаходження на технічних станціях припадає приблизно 43% [1, с. 16].

Для забезпечення надійної і ритмічної роботи на станціях повинен бути достатній резерв пропускної і переробної спроможностей для «згладжування» пікових навантажень. З іншої сторони необхідно максимально зменшити витрати станцій, які пов'язані з утриманням «надлишкової» інфраструктури. Таким чином, виникає складна оптимізаційна задача щодо узгодження параметрів роботи станцій до раціонального економічного і технологічного рівнів. Вирішення такої задачі можливе за умови отримання необхідних вихідних даних відповідної кількості і якості, що в свою чергу може бути реалізовано в разі застосування системного підходу при дослідженні технології та оснащення станцій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

В умовах суттєвих змін політичного, економічного, соціального характеру та здійснення структурного реформування залізничної галузі, що відбувалося в останні роки на Україні і продовжує відбуватися на даний момент, актуального значення набуває необхідність вдосконалення структури управління, технічного й технологічного оснащення всіх складових залізничної транспортної системи, в тому числі таких вагомих та значимих елементів, як технічні залізничні станції.

Залізничні станції здійснюють пропуск, переробку вагонопотоків. Від їх організації роботи залежить час знаходження на них вагонів, а відтак і терміни доставки вантажів, техніко-економічні показники роботи як самої (конкретної) станції, так і напрямку та мережі в цілому.

У зв'язку з цим, важливого значення набуває необхідність дослідження комплексних показників експлуатаційної роботи технічних станцій, результати якого дозволять прийняти обґрунтовані управлінські рішення щодо організації експлуатаційної роботи станції, що в свою чергу, призведе до підвищення рівня взаємодії станцій в залізничних вузлах та станцій з під'їзними коліями. Суттєвим результатом буде час знаходження вагонів на станції, підвищення рівня технологічної взаємодії станцій у залізничних вузлах та станцій з під'їзними коліями, що в підсумку буде важливим фактором підвищення економічної ефективності як конкретної станції так і інших станцій залізничного вузла та матиме позитивний вплив на економічні показники роботи підприємств під'їзних колій, які пов'язані з роботою вагонів.

Теоретичними питаннями системного підходу щодо використання його для залізничної галузі займався Орловський П.М., вплив різних факторів на техніко-економічні показники роботи станцій та їх математичне моделювання досліджували вітчизняні вчені, а саме: Альошинський, В.І. Бобровський, Березовий М. І., Бессоненко С. А., Берестов І. В., Бобровський В. І., Божко М. П., Бутько Т. В., Жуковицький І. В. Козаченко Д.М., Муха Ю.О., Нагорний Є.В, Мироненко В.К., Яновський П.О. та багато інших науковців та фахівців в галузі проектування залізничних станцій.

У роботі [2, с. 145] авторами розглянуто варіанти удосконалення роботи сортувальних станцій шляхом впровадження інформаційно-керуючих та автоматизованих систем. Запропоновані нові ідеї щодо вирішення цього питання. У статті [3, с. 90] автори запропонували підвищення безпеки технологічного процесу розпуску вагонів на сортуваль-

ній гірці шляхом оцінки ризиків роботи регулювальників швидкості руху вагонів та визначення першочергових заходів з їх мінімізації. Ризики, що виникають в процесі розпуску составів можуть призводити до залізнично-транспортних пригод з серйозними наслідками.

Залізничні станції є багатофазними багатоканальними системами масового обслуговування. Оцінка їх техніко-технологічних показників є досить складним завданням і зазвичай здійснюється за допомогою аналітичних, графічних та імітаційних моделей. Аналітичні моделі дозволяють використовувати прямі методи оптимізації, проте відрізняються низькою точністю, математичний апарат теорії масового обслуговування не може адекватно описати реальні транспортні потоки та структуру обслуговуючих пристроїв [4, с. 22].

Для реалізації на практиці заходів щодо покращення техніко-економічних показників роботи станції вони повинні бути встановлені і розраховані в той чи інший спосіб, а передувати даному процесу повинно бути системне дослідження технології та оснащення тієї чи іншої станції.

Певний науковий інтерес являють собою праці учених [5, с. 151], які пропонують підвищити рівень захищеності залізниць за рахунок впровадження системи управління ризиками.

Результати досліджень [6, с. 68] вказують на необхідність проведення аналізу технічного оснащення залізничної інфраструктури, що впливає на проблеми, які пов'язані з просуванням вагонопотоків.

Формулювання цілей статті. Метою статті є розгляд деяких положень аналізу завантаження технічних засобів і якісних показників роботи технічних станцій задля прийняття на його основі зважених і обґрунтованих, а відтак і ефективних управлінських рішень, що буде запорукою підвищення продуктивності, безпеки та привабливості праці.

Дієвим інструментом для виконання поставленого завдання може бути системний аналіз, який являє собою процес, за допомогою якого дослідник вивчає систему таким чином, щоб інформаційна складова системи могла бути проаналізована, змодельована та обрана логічна альтернатива розвитку. Проекти системного аналізу ініціюються за трьома аспектами: проблеми, можливості та директиви [7].

Тому встановлення відповідності технічного оснащення проектним технологічним, економічним, екологічним параметрам роботи залізничних станцій є актуальним науковим завданням, що має важливе прикладне значення.

Виклад основного матеріалу дослідження. Одним із суттєвих елементів системного дослідження технології та оснащення станцій є аналіз завантаження технічних засобів і якісних показників її роботи. При оцінці якісних показників здійснюється їх порівняння з проектними (базовими, еталонними) для подальшого визначення як напрямів дослідження, так і видів, обсягів виконуваних робіт технічного і технологічного напрямків.

Для виявлення складнощів в роботі станції необхідно досконально дослідити завантаження її технічних пристроїв і елементів, які задіяні в міжопераційних простоях вагонів [8]. З метою встановлення загальних закономірностей в структурі завантаження станційних пристроїв і простоїв вагонів на важливих сортувальних станціях обстежено роботу сортувальних гірок, маневрових локомотивів та інших технічних засобів. На основі чого, шляхом хронометражних спостережень, встановлені складові простоїв вагонів.

Станції, які були обстежені, відрізняються числом сортувальних комплектів і взаємним розташуванням парків. В системах з послідовним розташуванням парків на сортувальних гірках експлуатуються, як правило, по дві колії насуву і дві колії розпуску вагонів, в сортувальних парках існує дві-чотири витяжні колії для формування составів. В кожній із систем, в залежності від

обсягів виконуваної роботи на сортувальних гірках і витяжних коліях, працювали по три-чотири маневрових локомотиви. Маневрові локомотиви, які задіяні в операції завершення формування і перестановки составів, на час проведення хронометражу, за витяжними коліями, як правило, не закріплювалися.

На основі хронометражних обстежень роботи сортувальних гірок, гіркових локомотивів і маневрових локомотивів сортувальних парків встановлені фактичні витрати часу на виконання технологічних операцій, протяжність перерв в роботі локомотивів та їх причини. Обсяг проведеного хронометражу становить приблизно 100 сформованих і розформованих составів в кожній сортувальній системі.

Дані щодо тривалості і питомого значення операцій, перерв в роботі на найбільш характерних сортувальних гірках наведені в таблиці 1.

Завантаження сортувальних гірок основними операціями з розформування-формування составів становить 75-85%, з урахуванням додаткових операцій – 85-94%, а з врахуванням вимушених простоїв – більше 97%.

На сортувальних гірках, які досліджувалися, середній час розпуску составів становив від 8 до 13 хвилин, відповідно на 20 і 80% станцій. При цьому реалізовувалися наступні швидкості роз-

Таблиця 1

Тривалість і питома значення операцій, перерв в роботі на найбільш характерних сортувальних гірках

Найменування операцій і перерв	Тривалість (чисельник, хв) та питома вага (знаменник, %) на 1 розформований состав по станціях			
	Станція 1	Станція 2	Станція 3	Станція 4
Заїзд локомотива за составом	0,09/0,7	–	3,44*/17,1	0,36/1,5
Насув, не суміщений з розпуском	2,00/15,9	1,77/12,1	2,13/10,6	3,18/13,6
Розпуск составу	7,94/63,1	8,51/58,1	9,26/46,0	13,18/55,9
В тому числі зупинки з причин нерозчепів, осаджування розрядних та ін.	0,22/1,7	1,02/7,0	0,61/3,0	1,53/6,4
Осаджування вагонів	0,21/1,7/	0,68/4,6	2,39/11,9	1,27/5,4
Всього на операції розформування	10,24/81,4	10,96/74,8	17,22/85,6	17,99/76,3
Повторний розпуск вагонів	0,52/4,1	0,42/2,8	0,76/3,8	1,46/6,2
Інші операції (формування збірних, підбір вагонів на вантажний район, подача вагонів з вагонного депо та інші операції)	0,60/4,8	1,07/7,4	1,00/5,0	2,15/9,1
Всього з урахуванням додаткових операцій	11,36/90,3	12,45/85,0	18,98/94,4	21,60/91,6
Технологічне «вікно» і зміна локомотивних бригад	0,02/0,1	0,76/5,2	0,38/1,9	0,58/2,4
Зайнятість сортувальних колій	0,39/3,1	0,55/3,8	0,52/2,6	0,47/2,0
Зайнятість передгіркових горловин прийомом «розборок», пропуском поїзних локомотивів	0,44/3,5	0,46/3,1	-	0,84/3,7
Неготовність составу до розпуску, відсутність «розборок»	0,37/3,0	0,43/2,9	0,22/1,1	0,10/0,8
Всього	12,58/100	14,65/100	20,10/100	23,59/100

*Включаючи витягування на витяжну колію.

пуску з урахуванням зупинок з різних причин: на станції 1 – 5,4 км/год (в складі в середньому налічувалося 51 вагон), на станціях 2, 3, 4 – відповідно 5,1 км/год (51 вагон), 4,8 км/год (53 вагони) і 4,0 км/год (63 вагони). Середня кількість вагонів у відчепках на станції 4 становило 2,4 вагони, на інших – від 2-х до 7-ми вагонів. Порівняно низька швидкість розпуску пояснюються наступним:

- профіль сортувальних колій не виправлений;
- не відповідає «ГБН В.2.3-37472062-1:2012

Споруди транспорту. Сортувальні пристрої залізниць. Норми проектування»;

- на більшості станцій паркова гальмівна позиція немеханізована.

Значна частка робочого періоду гірки припадає на насув, який не суміщений з розпуском (12-16%). Суттєвий вплив на роботу гірки має зайнятість сортувальних колій, звільнення яких очікують сформовані склади, а також, виникаюче внаслідок цього, повторне сортування вагонів (втрати становлять 7-8% робочого часу). Вплив на роботу сортувальної гірки є ще більшим.

За результатами обстеження встановлено витрати локомотиво-хвилин на розформування одного складу за умови різної організації роботи гіркових локомотивів. При виконанні операцій з розформування, осаджування одними і тими ж локомотивами, витрати на розформування одного складу становлять 30-32 локомотиво-хвилини, а з врахуванням зміни локомотивних бригад і простоїв на «ворожих» маршрутах – приблизно 42 локомотиво-хвилини.

Приблизно половину робочого періоду маневрові локомотиви простоюють внаслідок наявності «ворожих» маршрутів, в очікуванні дозволу на насув та ін.

При спеціалізації локомотивів тільки для насуву і розпуску витрати на розформування одного складу з урахуванням зміни локомотивних бригад й простоїв з причин наявності «ворожих» маршрутів зменшується до 25-27 локомотиво-хвилин. Але в даному випадку недостатньо ефективно використовуються локомотиви, які зайняті тільки осаджуванням вагонів. На осаджування і повторний розпуск ними витрачається на один розформований склад в середньому 11-13 хвилин. Було встановлено, що на операції заїзду і осаджування фактична витрата часу становила на 2-3 хвилини більше, ніж це передбачалося технологічними нормативами.

Сумарні витрати часу на операції закінчення формування, перестановку складів, повернення маневрового локомотиву після перестановки, які

віднесені на один сформований склад, складають 23-30 локомотиво-хвилин, а на додаткові операції і технологічні простої – 13-15 локомотиво-хвилин. Їх питома вага в загальних витратах складає відповідно 43-56% і 22-36%. На всіх станціях досить значні простої з причини наявності «ворожих» маршрутів і в очікуванні звільнення колій в парку відпралення – 6-9 локомотиво-хвилин (10-20% загальних витрат) на один сформований склад.

Проведений аналіз показує, що на обстежених станціях в структурі завантаження сортувальних гірок і маневрових локомотивів значну питому вагу складають додаткові операції та вимушені технологічні простої. Але в технологічних процесах роботи станцій ці особливості, зазвичай, не враховуються. Фактична протяжність виконуваних операцій і рівні завантаження технічних засобів перевищують встановлені нормативи.

На всіх станціях обстеження протяжність безпосередньої обробки документів в технічній конторі по прибуттю і відправленню не перевищувала технологічні нормативи. Відсутність пневматичної пошти великого діаметру на момент обстеження (в даному випадку на станції 3) призводило до затримок доставки документів. В результаті, на станції 3, наприклад, в період обстеження (4 зміни) в 93% випадків обробка документів на поїзди, склади яких підлягали розформуванню, завершувалася пізніше обробки самих складів в парку прийому.

Кількість, склад і спеціалізація бригад ПТО вагонів в парках станцій залежить від обсягів виконуваної роботи, схеми колійного розвитку станції та інших особливостей. Фактичний час обробки частини складу окремою групою бригади практично не перевищував норми (табл. 2), які встановлені для кожної станції технологічним процесом її роботи (в парку прийому – 15 хвилин, в парку відправлення – 20 хвилин). Але внаслідок того, що групи закінчують обробку своїх частин неодноразово, то протяжність обробки складу бригадою в цілому суттєво збільшується.

В технологічних процесах роботи сортувальних станцій час технічного обслуговування одного складу бригадою ПТО встановлюється без врахування обсягів роботи бригад. В результаті, обсяги роботи, які виконуються однією бригадою, на різних станціях виходять різні. В умовах нерівномірності прибуття поїздів і накопичення складів такий стан призводить до суттєвої відмінності величин міжопераційних простоїв вагонів на станціях.

Однією з визначальних умов стійкої роботи технічних станцій є своєчасне забезпечення

Фактичний час обробки частини складу окремою групою бригади

Станція і парк	Кількість		Час обробки, хв.		Коефіцієнти завантаження бригади
	бригад	груп в бригаді	частини складу групою	складу бригадою в цілому	
1, парк прийому	1	3	11	12,7	0,79
2, парк прийому	2	3	13,8	19,4	0,62
1, транзитний парк	1	2	21,9	24,8	0,52
2, парк відправлення 1	1	3	16,3	22,5	0,60
2, парк відправлення 2	2	3	16,7	23,3	0,62
4, транзитний парк	1	3	14,8	18,4	0,77
4, парк відправлення	2	3	18,5	25,8	0,81

готових складів локомотивами і локомотивними бригадами. За такої умови швидше звільняються колії відправлення, менше виникає складнощів при перестановці складів із сортувального парку, ефективніше працює гірка. На всіх станціях, на яких здійснювалося обстеження, відмічалися ускладнення з вивозом готових складів поїздів. Основні з них полягають в наступному:

- погіршення технічного стану локомотивів, особливо тепловозів;
- несвоєчасне оперативне регулювання локомотивами і локомотивними бригадами з причини недостовірності прогнозів підходу поїздів й готовності складів;
- відсутність належного технологічного резерву локомотивів і бригад на станціях.

Надійність забезпечення готових складів поїзнями локомотивами і локомотивними бригадами на кожній станції може бути оцінено часткою складів, які не простоювали в очікуванні видачі локомотивів, або явкою локомотивних бригад (табл. 3).

Таблиця 3

Оцінка надійності забезпечення готових складів поїзнями локомотивами і локомотивними бригадами

Станція і парк	Надійність
2, парк відправлення 1	0,49
2, парк відправлення 2 (частина транзитних поїздів пропускається тільки зі зміною локомотивних бригад).	0,81
В середньому по станції 2	0,67
3, парк відправлення	0,43
4, парк відправлення 1	0,61
4, транзитний парк	0,82
В середньому по станції 4	0,68
В середньому по інших станціях	0,44

З вищевказаного видно, що лише в окремих парках, надійність забезпечення готових складів

локомотивами і бригадами трохи більше 0,8, а на деяких станціях вона менше 0,5.

Відмінності в завантаженні сортувальних пристроїв, маневрових локомотивів, бригад ПТО вагонів, в надійності забезпечення готових складів локомотивами і локомотивними бригадами та інші причини призводять до значних відмінностей в фактичних простоях вагонів на сортувальних станціях. Під час проведення обстеження простій вагонів з переробкою на одній зі станцій становив 5,7 годин (станція 2), а на іншій станції – 14,3 години.

Існуючий порядок обліку часу знаходження транзитних вагонів на станції дає можливість встановити тільки загальний простій вагонів в парках прийому і відправлення, в процесі розформування і формування та не дозволяє здійснити детальний аналіз за всіма елементами простою.

Як показали обстеження і хронометражні заміри, елементи простою в парках залежать від характеру виконуваних операцій. Простій в парку відправлення, наприклад, можна розчленувати на очікування обробки, обробку, очікування поїзного локомотиву, пробу автоматичних гальм і очікування відправлення. Приклади розчленування простою вагонів в парках відправлення наведено в таблиці 4.

Міжопераційний простій в сортувальних парках у звітних даних, зазвичай, відносять до елемента накопичення. Цей простій (очікування закінчення формування і очікування перестановки), як показали хронометражні спостереження, на деяких станціях становить в середньому біля години, в тому числі очікування перестановки з причини зайнятості колій парку відправлення – приблизно 0,33 години.

Простій в парках прийому на станціях, які обстежувалися, змінювався від 1,1 години (станція 2) до 2,2 години на станції 4. Найбільшу

Приклади розчленування простою вагонів в парках відправлення

Елементи простою	Тривалість (чисельник, хв.) і питома вага (знаменник, %) елементів простою на станціях					
	Станція 1		Станція 2		Станція 4	
	ПВ 1	Транзитний парк	ПВ 1	ПВ 2	ПВ 1	Транзитний парк
Очікування обробки	25,4/22,8	31,5/27,1	17,2/20,6	16,8/23,8	22,3/21,5	25,4/32,1
Обробка	26,7/24,1	24,8/21,4	22,5/27,0	23,3/33,1	25,8/24,9	18,4/23,2
Очікування локомотиву (з урахуванням проби автогальм)	38,8/35,0	51,0/44,1	27,3/32,8	10,2/14,5	28,0/27,0	11,5/14,5
Очікування відправлення	20,2/18,2	8,6/7,4	16,3/19,6	20,2/28,6	27,6/26,6	24,0/30,2
Всього	111,1/100	115,9/100	83,3/100	70,5/100	103,7/100	79,3/100

питому вагу становить простій вагонів в очікуванні розформування – 50-70%. Це пояснюється значним завантаженням гірок, суттєвим впливом на їх роботу парків відправлення і сортування.

В умовах нерівномірності надходження поїздів, коливань тривалості технологічних операцій, несвоєчасного вивозу готових составів, а також з причини наявності обмежень в колійному розвитку виникають затримки поїздів на підходах до станцій (максимальне значення затримок поїздів в порівнянні з графіком руху становило 25% від загальної кількості прийнятих поїздів).

Висновки. На обстежених станціях в структурі завантаження сортувальних гірок і маневрових локомотивів значну питому вагу складають додаткові операції і вимушені технологічні простої. В технологічних процесах роботи станцій ці особливості, зазвичай, не враховуються. Фактична тривалість виконуваних операцій і рівні завантаження технічних засобів перевищують встановлені нормативи.

На всіх станціях обстеження тривалість безпосередньої обробки документів в технічній конторі по прибуттю і відправленню не перевищувала технологічні нормативи.

Аналіз показав, що причинами значних міжопераційних простоїв вагонів на станціях і затримок поїздів на підходах до них є, не тільки високе завантаження деяких технічних елементів, але

і складні взаємні зв'язки між ними та прилеглими ділянками. Розроблення і обґрунтування заходів щодо зниження простою вагонів й затримок поїздів на підходах необхідна кількісна оцінка якісних показників роботи окремих парків та станцій в цілому з врахуванням особливостей їх технологій, використання технічних засобів, обмежень в схемах колійного розвитку і взаємодії станційних процесів. Така оцінка можлива тільки при системному підході до аналізу технології і технічного оснащення станцій.

В забезпеченні стійкої роботи залізниць велике значення має технологічний процес роботи станцій, для встановлення «вузьких» місць в їх експлуатаційній діяльності та для розробки і оцінки ефективних заходів щодо їх усунення, дієвим інструментом є використання системного аналізу щодо технології і технічного оснащення станцій.

При здійсненні дослідження і прийнятті управлінського рішення щодо розвитку, реконструкції технічних станцій необхідно враховувати, що залізничні станції є складною системою та включають велику кількість взаємодіючих елементів. Визначення раціональних параметрів роботи сортувальних та дільничних залізничних станцій потребує застосування методів системного аналізу з урахуванням їх специфічних особливостей, що полягають у масштабності та багатозв'язності об'єктів дослідження.

Список літератури:

1. Вернигора Р.В., Малашкин В.В. Методика технико-эксплуатационной оценки проектных решений по совершенствованию параметров железнодорожных станций. Збірник наукових праць ДНУЗТ ім. академіка В. Лазаряна. Транспортні системи та технології перевезень. 2016. Вип. 11. С. 16-25.
2. Стрелко О.Г., Бердниченко Ю.А., Петриковець О.В., Грушевська Т.М., Крулик М.В. Удосконалення технології роботи сортувальних станцій шляхом застосування єдиної інформаційної системи. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Вип. 30 (69). Ч2. № 5. 2019. С. 144-148.
3. Березовий М.І., Болжеларський Я.В., Козаченко Д.М., Боричева С.В. Оцінка ризиків на сортувальних гірках згідно Європейських підходів. Збірник наукових праць ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна. Транспортні системи та технології перевезень. Дніпро. Вип. 23. 2022. С. 89-96. doi: 10.15802/tstt2022/261662.

4. Козаченко Д.Н. Математическая модель для оценки технико- технологических показателей работы железнодорожных станций Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту, 2013, вип. 3 (45) с. 22-26.

5. Болвановська Т. В., Демченко Є. Б., Дорош А. С Аналіз об'єктів критичної інфраструктури. Дніпровський національний університет залізничного транспорту. Матеріали 79 Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми перспективи розвитку залізничного транспорту» ДНУЗТ імені академіка В. Лазаряна (ДНУЗТ), Україна. 2019 с.151-152.

6. Козаченко Д.М., Березовий М.І., Малашкін В.В., Мілянчик А.Р. Аналіз перспектив та передумов створення в Україні операторів залізничної інфраструктури. Збірник наукових праць ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна. Транспортні системи та технології перевезень. Дніпро. Вип. 20. 2020. С. 66-73. doi: <https://doi.org/10.15802/tstt2020/217408>

7. Орловский П.Н. Системный анализ (Основные понятия, принципы, методология). Навч. посібник. К.: ІЗМН, 1996. 360 с.

8. Гирба А. А., Болвановська Т. В. Аналіз потужності вагонопотоків, що формуються на технічних станціях Придніпровської залізниці. Тези 2-ї Міжнародної науково-практ. конф. «Перспективи взаємодії залізниць та промислових підприємств». Кострина, 2013. С. 37-38.

Toropov B.I., Strelko O.H., Hrushevska T.M., Bolvanovska T.V. APPLICATION OF SYSTEM APPROACH IN RESEARCH OF TECHNOLOGY AND EQUIPMENT OF TECHNICAL STATIONS

The article examines technologies and equipment of technical stations using a system approach. As a result of the system analysis, "bottlenecks" and their causes were identified, which is the basis for developing measures to improve the technology and technical equipment of the station in order to improve the technical and economic indicators of its operation. The complex of technological operations with wagons, trains and trains was investigated. Depending on the nature and sequence of these operations, interdependent phases of the processing of car flows are distinguished in the fleets of sorting stations: in the receiving fleet there are two phases - preparation of trains for disbanding, disbanding them on the sorting chute; in the sorting park there are two phases - the accumulation of wagons into trains, the formation and rearrangement of trains into the departure park; in the dispatch park there are three phases – preparation of trains for departure, supply of ready-made trains with locomotives and locomotive crews, dispatch of trains to output stations.

In the process of researching the operation of the stations, it was found that the most often necessary measures are to improve the performance of sorting slides and extraction tracks for the formation of trains, to reduce the idle time of trains under processing and waiting for their supply by train locomotives and locomotive crews.

Depending on the local conditions of the studied stations, the creation of an appropriate technological reserve of train locomotives and locomotive crews at the station was considered and evaluated. In relation to such a multi-phase model of the process of processing wagons at the sorting station, the study established qualitative indicators of the station's operation: the time of the wagons in the parks with a breakdown by elements, the duration of the idle time of the wagons delayed due to the reasons of not receiving trains, the operational reliability of the station, etc.

Key words: railway stations, station operation technology, performance indicators, system analysis, system approach, timing of station processes, wagon, train, sorting hill, fleet.