

УДК 656.21

DOI <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2023.3.2/26>

Торопов Б.І.

Державний університет інфраструктури та технологій

Стрелко О.Г.

Державний університет інфраструктури та технологій

Грушевська Т.М.

Державний університет інфраструктури та технологій

Васілова Г.С.

Державний університет інфраструктури та технологій

Лигун Ю.Ю.

Державний університет інфраструктури та технологій

ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ І ТЕХНІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ ЗАЛІЗНИЧНИХ ВУЗЛІВ

Стаття присвячена актуальному питанню технології роботи і технічного оснащення залізничних вузлів із використанням системного підходу. Доведено, що у вузлах накопичилася значна кількість проблем, які негативно впливають на техніко-економічні показники їх функціонування. З'ясовано, що для виявлення «вузьких» місць в роботі конкретного залізничного вузла необхідно виконати ретельне дослідження інфраструктури, технічних засобів, технології всіх складових вузла. Адже особливостями структури і функціонування залізничних вузлів є взаємозв'язок його елементів і технології. Компонівка елементів – «технічна структура» має суттєвий вплив на технологію. Технологічний процес – «технологічна структура» визначає функціональне призначення елементів і зворотнім зв'язком висуває відповідні вимоги до її технічної структури. Визначено, що велике значення в такому дослідженні відводиться виявленню наявних резервів технічного, технологічного і організаційного характеру для розробки на їх підставі проєктних заходів щодо покращення техніко-економічних показників функціонування залізничних вузлів. Висвітлено, що підґрунтям для розробки проєктів розвитку залізничних вузлів є повна і достовірна інформація технічного, технологічного і організаційного характеру в якісному і кількісному вимірах. Вихідною базою для отримання такого роду комплексної інформації можуть слугувати дані системного аналізу, який передбачає розгляд всіх елементів залізничного вузла у їх взаємодії і з оточуючим середовищем. Викладено методіку кількісної оцінки структурних особливостей залізничних вузлів для прийняття проєктного рішення щодо їх розвитку. В результаті системного аналізу виявляються «вузькі» місця і причини їх виникнення, що є підставою для розроблення заходів щодо удосконалення технології і технічного оснащення. Дані системного аналізу залізничного вузла є основним вихідним матеріалом для розроблення проєктної системи розвитку залізничного вузла. З'ясовано, що проєктну систему розробляють в декілька етапів. А саме, на першому етапі оптимізуються технологічні параметри при діючих технічних засобах або незначному їх розвитку. На другому – визначають необхідність посилення елементів технічного оснащення в комплексі з удосконаленням технології. На третьому – виконуються роботи посилення технічних засобів елементів вузла до рівня, який забезпечує пропуск і переробку перспективних поїздо- та вагонопотоків з проєктними техніко-економічними показниками.

Науково-практичне значення проведеного дослідження полягає в тому, що на основі системних принципів побудови залізничних вузлів розроблена прийнятна для дослідників, проєктувальників, експертних органів методика кількісної і якісної оцінки структурних особливостей конкретних транспортних об'єктів, зокрема таких як залізничні вузли, яка дозволить аналізувати якісні властивості техніко-технологічної структури для подальшого прийняття обґрунтованого управлінського рішення щодо розвитку структури та технології вузла або залізничної станції.

Ключові слова: транспортна система, транспортний вузол, залізничний вузол, системний аналіз, транспортна інфраструктура, транспортний процес, технологія, проєкт, дослідження операцій.

Постановка проблеми. Для стабілізації і зростання економіки держави, покращення умов і підвищення рівня життя населення, необхідно намагатися стійкого і ефективного функціонування транспорту як невід'ємної складової загальнодержавного господарського комплексу. Залізничні вузли як важливі елементи транспортної системи своїм функціонуванням, в значній мірі, впливають на цілу низку важливих техніко-економічних показників.

Предметом дослідження є ЗВ, як окремі комплекси транспортної системи, в яких здійснюється взаємодія різних видів транспорту. В транспортних комплексах, які являють собою складну систему, можна виділити множину інших систем більш низького порядку, адекватних як меті так і характеру проведеного дослідження.

В Україні значимих ЗВ – 14, серед них найважливішими є Харків, Київ, Дніпро, Львів, Одеса. У ЗВ сполучаються технічні засоби і технології магістральних видів транспорту, які сумісно з промисловим забезпечують перерозподіл транзитних і місцевих вантажних і пасажирських потоків. У ЗВ досить часто має місце: невідповідність інфраструктури (в кількісному і якісному вимірах); організаційно-управлінські та інші недоліки, які негативно впливають на показники роботи пунктів взаємодії транспорту, внаслідок чого виникають непродуктивні простой рухомого складу, нераціонально використовуються матеріальні, фінансові і трудові ресурси.

Суттєві зміни в політичній і економічній сферах відображаються на напрямках вантажних потоків, а відтак і на вагоно- і поїздопотоках. Це призводить до суттєвих змін в обсягах і характеру роботи сортувальних станцій і ЗВ. На даний момент у ЗВ існують технічні і технологічні резерви. Постає актуальне питання підвищення якості роботи ЗВ шляхом вдосконалення технології їх роботи та прискорення переробки вагонів всіх категорій у вузлах на базі наявних інфраструктурних можливостей. Становиться важливим завдання визначення таких резервів у ЗВ у всіх елементах їх інфраструктури і в технології роботи, а інструментарієм для цього може слугувати системний аналіз, на основі якого будуть прийматися зважені обґрунтовані управлінські рішення щодо комплексного розвитку (ЗВ), що власне і визначає актуальність даного дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розробка наукових методів дослідження процесів функціонування ЗВ, з подальшим доведенням їх до практичного використання, надає можливість

виявляти «вузькі» місця і причини неузгодженості в роботі окремих складових елементів ЗВ; обґрунтовувати найбільш раціональні шляхи вдосконалення цієї роботи за рахунок реконструктивних заходів, технічного переоснащення, покращення системи організації і управління.

Системний підхід у вирішенні проблем функціонування ЗВ, вимагає цілеспрямованого розгляду об'єкту у взаємозв'язку з багатьма факторами і є неодмінною умовою отримання достовірних результатів для прийняття зважених обґрунтованих рішень щодо розвитку об'єкту дослідження.

Вагомий внесок у розвиток ЗВ і станцій внесли відомі вчені Архангельський С.В., Бобровський В.І., Бутько Т.В., Єфименко Ю.І., Козаченко Д.М., Мироненко В.К., Муха Ю.О., Нагорний Є.В., Ющенко М.Р. та ін. Значний внесок у теорію моделювання станцій та ЗВ внесли Мірошніченко В.М., Жуковицький І.В., Мацюк В.І. Дослідженням ЗВ займалися такі науковці: Нагорний Є.В., Літвінова Я.В., Алексеев І.В., Мурадьян А.О., Окороков А.М., Ломотько Д.В., Новіков П.А., Левковець П.Р., Нікітін П.В., Лабута А.В., Карієва Я.К., Камалова Е.А. та інші. Запровадженням сучасних механізмів логістики та мультимодальних перевезень досліджено в працях вітчизняних авторів: Альошинського Є.С., Брайковської А.М., Клюквіної М.С.

Великі залізничні вузли є дуже складними технічними та технологічними системами. Враховуючи складність процесів усередині розвинених вузлів, виникає потреба у більш глибокому вивченні причинно-наслідкових зв'язків технологічних процесів із застосуванням системного підходу [1]. Залізничні вузли є самостійними та неформальними (фізичними) системами, але водночас є підсистемами міжнародної та національної мережі залізниць та транспортних вузлів України [1, 2].

Оцінка техніко-технологічних показників залізничних вузлів є досить складним завданням і зазвичай здійснюється за допомогою аналітичних, графічних та імітаційних моделей. Так, у статті [3, с. 22] на прикладі потужного залізничного вузла викладена структура імітаційної моделі функціонування залізничного вузла на основі агентного моделювання із застосуванням сучасних логістичних підходів. Результатом моделювання є отримання ряду відповідних технологій роботи залізничного вузла при різних параметрах його роботи..

Для реалізації на практиці заходів щодо покращення техніко-економічних показників роботи

станцій та ЗВ вони повинні бути встановлені і розраховані в той чи інший спосіб, а передувати даному процесу повинно системне дослідження технології та їх оснащення. Результати досліджень [1, с. 692] вказують на наявність значного резерву у покращенні експлуатаційної роботи залізничних вузлів.

Велике значення у дослідженні функціонування залізничних вузлів має відводитися виявленню наявних резервів технічного, технологічного і організаційного характеру для розробки на їх підставі проєктних заходів щодо покращення техніко-економічних показників.

Як зазначає автор статті [6], транспортні вузли, що розташовані у місцях взаємодії декількох видів транспорту, є одним з найважливіших елементів транспортної системи країни. Від чіткої та узгодженої роботи транспортних вузлів, правильної взаємодії елементів складного комплексу транспортних пристроїв залежить робота транспортної системи в цілому, а також якість обслуговування всіх споживачів транспортних послуг.

Для вирішення складних транспортних завдань застосовуються комплексні інтелектуальні транспортні системи. Такі комплекси використовують інноваційні розробки в регулюванні транспортних потоків та моделюванні транспортних систем, а також розроблені спеціально для розв'язання транспортних завдань. Комплексні інтелектуальні транспортні системи застосовуються для передачі, збору, обробки відомостей про стан і роботу транспортних засобів, а також для обміну інформацією між керуючими структурами та користувачами в режимі реального часу [7].

В роботі [8] проведено дослідження шляхів збільшення переробної спроможності сортувальної гірки за рахунок перерозподілу маневрової роботи між гірковою і вихідною горловинами сортувального парку. Отримано залежності, що дозволяють визначити момент перенесення маневрової роботи в іншій маневровий район сортувального парку, а також обсяги переробки вагонів, при яких необхідно збільшувати технічне оснащення станції. Для оцінки продуктивності технічного оснащення і технології роботи станції з переробки вагонопотоку доцільно використовувати показник «переробна спроможність сортувального комплексу». В якості технічної переробної спроможності сортувального комплексу пропонується розуміти максимальну кількість вагонів, що може бути ним перероблена протягом доби, при збільшенні якої необхідні заходи з нарощування переробної спроможності.

У статті [9] автори зазначають, що найбільш ефективним способом розрахунку конструктивних параметрів залізничних станцій є застосування процедур автоматизованого проєктування, ефективними способами розрахунку технологічних параметрів і оцінки проєктних рішень є використання методів імітаційного моделювання, в результаті чого можливе удосконалення процедури формування раціональних конструкцій колійного розвитку залізничних станцій та їх техніко-технологічної оцінки, які на відміну від існуючих, базуються на визначенні витрат залізничної станції з наростаючим підсумком за розрахунковим періодом або життєвим циклом проєкту.

У науковій роботі [10] на підставі принципів системного аналізу стосовно до залізничного транспорту виконувався розв'язок транспортних задач, задач з підвищення надійності залізничного транспорту, в результаті чого була розроблена математична модель розповсюдження залежних відмов по системі. В результаті чого було удосконалено методику для вибору раціональної системи утримання локомотивів, в основу якої покладена мінімізація витрат коштів, часу та екологічних ресурсів при збереженні заданого рівня надійності.

У своїй роботі [11] автор на основі аналізу методів формалізації і графічного представлення технологічних процесів залізничних станцій розробив науковий підхід, що дозволяє здійснювати передпроєктне обстеження станції. Сформовано спосіб побудови математичної моделі технологічного процесу станції, досліджено взаємозв'язки параметрів вагонопотоку та технології її роботи, розроблено метод, що дозволяє визначати рівень технічного забезпечення станції. При цьому враховується нерівномірність вхідного потоку. В цій роботі автор зазначає, що імітаційні моделі дають змогу досить детально імітувати технологічні процеси, однак для їх застосування потрібен окремий персонал і певний період часу для виконання розрахунків. Для вирішення цієї проблеми пропонується застосовувати різні моделі на етапах параметризації моделі та імітаційного моделювання. Виходячи з цього, вхідна модель розглядається як основа для формування ефективного інтерфейсу для введення операцій технологічних процесів і їх аналізу.

Мета статті полягає в тому, що на основі системних принципів побудови залізничних вузлів розробити таку прийнятну для дослідників, проєктувальників, експертних органів методику кількісної і якісної оцінки структурних особливостей конкретних транспортних об'єктів, зокрема таких

як залізничні вузли, яка дозволить аналізувати якісні властивості техніко-технологічної структури для подальшого прийняття обґрунтованого управлінського рішення щодо розвитку структури та технології вузла або залізничної станції.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Однією з головних умов ефективного функціонування економічної системи будь-якої країни є створення в інтересах населення і товаровиробників належним чином налагодженого механізму доставки вантажів з місць їх виробництва до пунктів споживання. Ця умова є пріоритетною не тільки для розвитку крупного бізнесу—крупних товаровиробників, але і розвитку середнього і малого бізнесу, на базі яких досягається розвиток економіки і зростання валового продукту.

Потреба в прискоренні обороту товарів і грошової маси визначається економічними критеріями розвинених економічних систем. Такими критеріями повинна визначатися і необхідність розвитку інфраструктури транспортної галузі взагалі і такого важливого її елемента як ЗВ.

Особливостями структури і функціонування ЗВ є тісний взаємозв'язок технічних елементів і технології обробки транзитних потоків і внутрішньовузлової роботи. Компонівка елементів—«технічна структура» має суттєвий вплив на технологію. Технологічний процес—«технологічна структура» визначає функціональне призначення окремих елементів і зворотнім зв'язком висуває відповідні вимоги до її технічної структури. Функціонування (працездатність) ЗВ або його елементів безпосередньо пов'язана з його пропускною і переробною здатністю (Y) і залежить від кількісної і якісної характеристик технічних засобів (M) і від якості побудови і експлуатації ЗВ (структура і зв'язки— C),

$$Y = F(M, C); M = f(m_i), i = 1, n \quad (1)$$

$$C = q(c_j), j = 1, k, \quad (2)$$

де n – кількість врахованих, при визначенні Y технічних елементів m_i ;

k – теж, структурних елементів c_j .

В даному випадку *працездатність* – це поточний (або на розрахунковий період) рівень продуктивності об'єкту за існуючих умов експлуатації та завантаження. За однакового технічного оснащення, але з різними схемами побудови і експлуатації ЗВ мають різну працездатність. Якісні показники роботи залежать також від ступеня завантаження порівнюваних об'єктів (при незначному завантаженні недоліки схем ЗВ проявляються в меншій мірі).

Працездатність визначається кількісними і якісними параметрами. При одному й тому ж рівні завантаження об'єкту рівень досягнутої працездатності, може бути різний (в якості прикладу: за звітний період перероблено Q тон вантажу, при цьому загальний час знаходження вагону в системі— t_c , під обробкою і в її очікуванні— $t_{об}$, і за цей же період отримані техніко-економічні показники $t_{ек}$. За такий же період але в інший час при однаковому рівні завантаження показники t_c , $t_{об}$, $t_{ек}$ вже будуть іншими. Виникає необхідність здійснити відповідні дослідження щодо встановлення причин які призводять до різних показників в аналогічній ситуації).

Слід зазначити, що матеріали звітів офіційної статистики в деяких випадках не забезпечують необхідну повноту і достовірність з огляду на запити дослідника. Статистичні звіти призначені задовільнити в, першу чергу, потреби експлуатаційників і тому вони в повній мірі не можуть задовільнити дослідника і проєктувальника. Тому у відповідності з напрямом і планом дослідження об'єкту необхідно проводити додаткові обстеження на місцях, які можуть здійснюватися з використанням викладених пропозицій.

Техніко-технологічна структура ЗВ може бути представлена у вигляді двох взаємодіючих множин з обмеженою кількістю елементів:

$$X = (x_1, x_2 \dots x_n), \quad (3)$$

де X – множина технічних елементів;

$(x_1, x_2 \dots x_n)$ – колії, сортувальні гірки, внутрішньовузлові ходи та ін.

$$Y = (y_1, y_2 \dots y_n), \quad (4)$$

де Y – множина технологічних ланцюгів обслуговування транспортних потоків і транспортних одиниць, інформаційних потоків;

$(y_1, y_2 \dots y_n)$ – процеси прийому і відправлення поїздів і передач, обробки вагонів в складах транзитних поїздів з переробкою і місцевих вагонів, які прямують на вантажні станції, під'їзні колії, локомотиви «резервом», оброблення масиву інформації та інші ланцюги технологічного процесу.

Суттєвою синергетичною властивістю ЗВ є структурна зв'язність елементів при встановленій технології. Зв'язність здійснюється шляхом взаємодії транспортних та інформаційних потоків з комплексом технічних пристроїв. При послабленні або зникненні того чи іншого зв'язку між окремими елементами відбудеться зміна функціонального призначення системи, або навіть її зникнення.

Головна сутність викладеного підходу полягає в тому, що на основі системних принципів

побудови ЗВ розробити таку прийнятну для дослідників і проектувальників методику оцінки ЗВ, яка дозволить аналізувати якісні властивості техніко-технологічної структури для прийняття обґрунтованого рішення розвитку структури і технології ЗВ.

Вантажна робота в ЗВ розпорошувалася і виконувалася за застарілими технологіями. Проблеми в ЗВ накопичувалися, переробка вагонів здійснювалася зі значними простоями. За таких умов втрачається головний загальносистемний ресурс—час. Якщо ситуація в ЗВ не почне виправлятися, то ця проблема буде не менш актуальною ніж питання розвитку мережі в цілому або окремих значимих її напрямків.

Функціонування ЗВ з високими техніко-економічними показниками передбачає вирішення двох важливих задач: перша – вдосконалення інфраструктури і технічних засобів і на їх основі технологічних процесів; друга – встановлення раціональних співвідношень і приведення технічного оснащення і технології елементів ЗВ у відповідність з обсягами роботи.

Названі задачі повинні вирішуватися у взаємозв'язку. При розробленні раціональних режимів функціонування ЗВ необхідно враховувати діяльність всіх його складових, тому що уповільнення або прискорення руху вагонопотоків в будь-якому елементі ЗВ неминуче позначиться на функціонуванні інших. Обов'язковою умовою є врахування питань взаємодії роботи станцій між собою, з прилеглими перегонами і під'їзними коліями. Паралельно з вирішенням задач покращення технічних засобів розробляється питання раціонального складу бригад в парках станцій, резерву поїзних локомотивів, оснащення вантажних фронтів.

Для покращення показників функціонування ЗВ можуть бути використані різноманітні методи. Ефективними вважаються методи дослідження операцій при вивченні окремих аспектів зазначених проблем, які виникають при розгляді ЗВ. Щодо визначення кількісної і якісної характеристик елементів ЗВ і можливих резервів пропускну і переробної спроможностей, оптимізації параметрів технологічних процесів елементів вузла необхідно мати повну і, що дуже важливо, достовірну інформацію, яка характеризує ступінь використання потужностей інфраструктури і технічних засобів. Вихідною базою для отримання комплексної і достовірної інформації можуть слугувати дані, які отримані з використанням системного аналізу.

Основні етапи системного аналізу роботи ЗВ можуть бути зведені до наступного: опис системи за всіма її складовими (технічні техноло-

гічні, інформаційні, спосіб організації переробки вагонопотоків і розподілу роботи між станціями та її економічна оцінка та ін.). Якщо ЗВ входить до складу транспортного вузла, тоді необхідно навести характеристики взаємодіючих видів транспорту та транспортних об'єднань.

При здійсненні відбору техніко-економічних показників необхідно враховувати ту обставину, що значення багатьох величин, які характеризують кількісну і якісну сторони роботи ЗВ, мають стохастичний характер і залежать від багатьох факторів, хоча в регламентуючих документах вони вказані як детерміновані. Тому всі величини повинні бути визначені, закономірності їх встановлені і чітко сформульовані.

Основні етапи розробки проектної системи ЗВ.

Дані системного аналізу роботи ЗВ є основним вихідним матеріалом для розроблення проектної системи ЗВ яка виконується поетапно в наступній послідовності: визначення проблеми, яка потребує вирішення, як на існуючі, так і на перспективні обсяги роботи; дати оцінку реальності визначених проблем і можливих шляхів їх вирішення; подати рекомендації щодо дослідження проблем і основним шляхам їх вирішення.

При реалізації проектних рекомендацій необхідно враховувати обставини, які пов'язані з суб'єктивними факторами, зокрема з такими як «обережністю» (мінімізація ризику). Виявлені фактори можуть проявлятися у випадках, коли оптимальний варіант, який пропонується для ЗВ або його елементів є новим. В таких випадках фактор «обережності» може призвести до повного несприйняття запропонованого варіанту. Другою проблемою, яка схожа з проблемою «обережності» є ситуація, яка пов'язана з наявністю груп осіб, які мають різні інтереси, кожна з яких підтримує і відстоює варіанти рішення які є для них найбільш «прийнятні».

Такі проблеми можуть виникати при вдосконаленні єдиного технологічного процесу роботи станції і під'їзних колій та на стиках різних видів транспорту. Таким чином, перед тим як приступити до завершення розробки і реалізації обґрунтованих рекомендацій, необхідно затвердити їх у замовника або в уповноваженої інстанції більш високого порядку.

Проектну систему розробляють в декілька етапів. На першому етапі оптимізуються параметри технологічних процесів елементів при діючих технічних засобах або незначному їх розвитку, який може здійснюватися власними ресурсами того чи іншого елемента вузла.

В першу чергу розробляються заходи підсилення технічних засобів, які не потребують капітальних витрат, але які дозволяють усунути в ЗВ диспропорції, які негативно впливають на техніко-економічні показники. На другому етапі визначається необхідність посилення елементів технічного оснащення в комплексі з удосконаленням технології. На третьому етапі виконуються роботи посилення технічних засобів елементів вузла до рівня, який забезпечує пропуск і переробку перспективних поїздо- та вагонопотоків з проєктними техніко-економічними показниками. Паралельно вирішуються питання оптимізації параметрів технологічних процесів, вибору оптимального складу бригад в парках станцій, розробляються і обґрунтовуються питання взаємодії в роботі всіх елементів вузла.

Оптимізацією параметрів технології роботи, вибором і обґрунтуванням необхідних варіантів посилення потужностей технічних засобів до рівня, який забезпечує в оптимальному режимі пропуск і переробку існуючих і перспективних поїздо- і вагонопотоків і встановленням послідовності виконання реконструктивних робіт у вузлі завершується розробка системи.

Для комплексного вирішення задач ЗВ паралельно з роботами вдосконалення технології і технічних засобів магістрального залізничного транспорту повинна виконуватися аналогічна робота на промисловому, та інших видах транспорту з детальною проробкою питань їх взаємодії.

Дана методика виконання системного аналізу вдосконалення технології роботи і технічного оснащення ЗВ може бути рекомендована для

використання проєктними організаціями, експертними органами та експлуатаційниками задля покращення техніко-економічних показників ЗВ.

Висновки. Залізничні вузли є важливими елементами транспортної системи від функціонування яких в значній мірі залежать соціально-економічні показники суспільства. Історичні передумови становлення ЗВ та соціально-економічні зміни призвели до накопичення низки проблем, що негативно позначається на їх техніко-економічних показниках і гальмує соціально-економічні процеси. Виходячи з того, що залізничні вузли являють собою складні системи, – вирішення проблем яких повинно здійснюватися комплексно з врахуванням всіх складових технічного і технологічного, організаційного характеру.

Для вирішення питання вдосконалення технології роботи і можливих варіантів розвитку технічних засобів елементів ЗВ необхідно проаналізувати весь комплекс проблем у взаємному зв'язку інфраструктури, технічних засобів елементів ЗВ та технологію їх роботи.

Велике значення для якісного розроблення проєктів розвитку ЗВ є наявність повної і достовірної інформації технічного, технологічного і організаційного характеру. Вихідною базою для отримання такого роду комплексної інформації можуть слугувати дані системного аналізу.

Системний аналіз дозволяє більш обґрунтовано і ефективно ставити та вирішувати численні завдання у сфері побудови, функціонування, розвитку залізничних вузлів як важливих складових транспортних систем.

Список літератури:

- 1 Петрушов В.В., Піддубчак В.М., Замула І.В., Черніков В.С., Залізничний вузол як складна технологічна система. «Молодий вчений» Технічні науки № 11 (75) листопад, 2019 р. DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2019-11-75-146>
- 2 Viacheslav Matsiuk, Viktor Myronenko. Optimization of the local traffic volume processing in railway junctions. 7-th European conference of young research and scientific workers. University of Zilina, Slovak Republic. Zilina, 2007. С. 153–156.
- 3 Запара В. М., Запара Я. В., Гергель І. Г. Удосконалення технології роботи залізничного вузла шляхом застосування сучасних логістичних підходів. Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту. 2015. Вип. 156. С. 62-68. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpudazt_2015_156_11
- 4 Бобровський В.І. Теоретичні основи удосконалення конструкцій та технології роботи залізничних станцій: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук : спец. 05.22.20 Експлуатація та ремонт засобів транспорту. Дніпро, 2002. 33 с.
- 5 Волканова Н.Д. Удосконалення діяльністю транспортного вузла : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора економ. наук : спец. 08.00.03 Економіка та управління національним господарством. Харків, 2007. 23 с.
- 6 Нагорний Є. В., Огороков А. М., Переста Г. І. Дослідження розвитку системи транспортного обслуговування вантажовласників у транспортних вузлах. 2011. Режим доступу до ресурсу: <http://eadnurt.diit.edu.ua/bitstream/123456789/1495/1/Nagorny.pdf>
- 7 Гайков А. Р., Євсєєва О. В., Баранов В. Ю. Інтелектуальні транспортні системи в Україні. Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Автомобіле- та тракторобудування. Х.: НТУ «ХПІ», 2014. № 9 (1052). С. 106-112. Режим доступу: <http://www.kpi.kharkov.ua/archive/86.pdf>

8 Торопов Б. І. Розвиток наукових уявлень щодо розміщення сортувальних станцій на мережі залізниць. Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. Д. ДНУЗТ. 2005. Вип. 9. С. 109–114.

9 Огар О. М., Берестов І. В., Бантюков С. Є., Круглова Н. С.. Напрями удосконалення методів розформування конструкцій колійного розвитку залізничних станцій та їх техніко-технологічної оцінки. Збірник наукових праць ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна. Вип. 21. 2021. С. 60 – 67. DOI: <https://doi.org/10.15802/tstt2021/237664>. Режим доступу до ресурсу: <http://tstt.diit.edu.ua/article/view/237664>.

10 Гришечкіна Т. С. Удосконалення системи утримання технічних об'єктів залізничного транспорту з урахуванням залежних відмов їх елементів: дис. на здобуття наук. наукового ступеня кандидата техн. наук: спец. 05.22.20 – Експлуатація і ремонт засобів транспорту. Галузь знань 27 – Транспорт. Дніпро, 2021. 164 с.

11 Горбова О. В. Удосконалення методів техніко-експлуатаційної оцінки роботи залізничних станцій: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20. – Дніпро, 2016. – 24 с.

Toropov B.I., Strelko O.H., Hrushevska T.M., Vasilova H.S., Ligon Yu.Yu.

APPLICATION OF SYSTEM ANALYSIS FOR IMPROVING TECHNOLOGY AND TECHNICAL EQUIPMENT OF RAILWAY NODES

The article is devoted to the topical issue of railway nodes operation and technical equipment using a system approach. It has been proven that the nodes have accumulated a significant number of problems that negatively affect the technical and economic indicators of their functioning. It was found that in order to identify the limiting elements in the operation of a particular railway node, it is necessary to carry out a thorough study of the infrastructure, technical means, and technology of all components of the node. After all, the peculiarities of the structure and functioning of railway nodes are the interconnection of its elements and technology. The arrangement of elements – the "technical structure" has a significant impact on the technology. Technological process – "technological structure" determines the functional purpose of the elements and, in feedback, sets the corresponding requirements for its technical structure. It was determined that of great importance in such a study is to identify available technical, technological and organizational reserves for the development of project measures to improve the technical and economic indicators of the railway nodes functioning. It is highlighted that the basis for the development of railway nodes projects is complete and reliable information of a technical, technological and organizational nature in qualitative and quantitative dimensions. The initial basis for obtaining this kind of complex information can be the data of a system analysis, which involves the consideration of all elements of the railway nodes in their interaction with the surrounding environment. The method of quantitative assessment of the structural features of railway nodes for making a project decision regarding their development is outlined. As a result of the system analysis, "bottlenecks" and their causes will be revealed, which is the basis for developing measures to improve technology and technical equipment. The data of the system analysis of the railway nodes is the main source material for the development. It was found that the project system is being developed in several stages. Namely, at the first stage, technological parameters are optimized with existing technical means or their minor development. The second step is to determine the need to strengthen the elements of technical equipment in combination with the improvement of technology. On the third stage, work is being carried out to strengthen the technical means of the elements of the node to the level that ensures the passage and processing of promising train and wagon flows with project technical and economic indicators.

The scientific and practical significance of the article is that, on the basis of the system principles of the railway nodes construction, a method of quantitative and qualitative assessment of specific transport objects structural features, has been developed, acceptable for researchers, designers, expert bodies, which will allow analyzing the qualitative properties of the technical and technological structure for the further adoption of a reasoned management decision regarding the development of the structure and technology of a node or railway station.

Key words: transport system, transport node, railway node, system analysis, transport infrastructure, transport process, technology, project, operations research.