

УДК 656.225 : 656.213

О. М. ОГАР^{1*}, Д. В. ЛОМОТЬКО^{2*}, Г. І. ШЕЛЕХАНЬ^{3*}, М. Д. ЛОМОТЬКО^{4*}

^{1*} Каф. «Залізничні станції та вузли», Український державний університет залізничного транспорту, майдан Фейсрбаха 7, м. Харків, Україна, 61050, тел. +380506825612, ел. пошта: ogar.07.12@gmail.com, ORCID 0000-0003-1967-5828

^{2*} Каф. «Транспортні системи та логістика» Український державний університет залізничного транспорту, майдан Фейсрбаха 7, м. Харків, Україна, 61050, тел. +380675760661, ел. пошта: den@kart.edu.ua, ORCID 0000-0002-7624-2925

^{3*} Каф. «Залізничні станції та вузли», Український державний університет залізничного транспорту, майдан Фейсрбаха 7, м. Харків, Україна, 61050, тел. +380661415405, ел. пошта: shelekhan@email.ua, ORCID 0000-0002-6640-6084

^{4*} Каф. «Залізничні станції та вузли», Український державний університет залізничного транспорту, майдан Фейсрбаха 7, м. Харків, Україна, 61050, тел. +380675748381, ел. пошта: kolyan1890@gmail.com, ORCID 0000-0003-0294-2686

ФОРМУВАННЯ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ ЗАЛІЗНИЧНОЮ КОМПАНІЄЮ-ПЕРЕВІЗНИКОМ РЕГІОНАЛЬНОГО ТИПУ

Мета. Впровадження приватних вантажних залізничних компаній-перевізників в Україні відповідає Європейському тренду демонополізації залізничних перевезень і має ряд наслідків, серед яких створення ринкового механізму ціноутворення та формування передумов для підвищення рівня якості послуг на залізничному транспорті. З метою забезпечення економічного розвитку залізничної галузі необхідний комплексний підхід, який включає перегляд та удосконалення тарифної політики із забезпеченням недискримінаційного доступу приватних залізничних компаній-перевізників регіонального типу до залізничної інфраструктури АТ «Укрзалізниця» як альтернативних учасників перевезення. Це забезпечить рівноправні умови конкуренції та сприятиме розвитку залізничного транспорту в Україні. Виходячи з цього, метою даного дослідження є досягнення ефективного функціонування системи доставки вантажів залізничними компаніями-перевізниками регіонального типу під час її впровадження на мережі залізниць України. Для досягнення цієї мети використано вступальний функціональний опис вказаної системи та проводиться оптимізація її параметрів. **Методи.** Для формалізації системи доставки вантажів залізничною компанією-перевізником регіонального типу використано методи теорії систем. **Результати.** Проведені дослідження дозволили формалізувати процес функціонування системи доставки вантажів залізничною компанією-перевізником регіонального типу. У процесі формування функціонального опису системи було враховано різноманітні фактори, які впливають на витрати компанії-перевізника. Під час аналізу цих факторів було встановлено, що ключовими параметрами системи, які мають значний вплив на витрати та вартість перевезення вантажів, є маршрут доставки вантажів, кількість зупинок на маршруті, тривалість простою поїздів на залізничних станціях філій компанії-перевізника в очікуванні виконання маневрових операцій (причеплення груп вагонів). Оптимізація цих параметрів має на меті підвищення ефективності функціонування системи та зменшення вартості перевезення вантажів для окремих клієнтів. **Практична значимість.** При умові прийняття в Україні відповідної законодавчої бази, яка регулюватиме доступ до залізничної інфраструктури АТ «Укрзалізниця» для приватних перевізників, впровадження запропонованої системи матиме такі позитивні наслідки, як підвищення рівня конкуренції на транспортному ринку в Україні, поліпшення показників якості і надійності перевезень та зростання ВВП країни. Налагодження оптимального балансу між номерами маршрутів, кількістю зупинок та тривалістю простою поїздів дозволить забезпечити оптимальне використання ресурсів компанії-перевізника та знизити витрати на перевезення вантажів. Це сприятиме покращенню якості обслуговування та задоволенню потреб клієнтів.

Ключові слова: компанія-перевізник, приватний перевізник, система, доставка, вантаж, перевезення

Вступ

Один із кроків України для вступу до Європейського Союзу (ЄС) є реформування залізничного транспорту. Реформування на законодавчому рівні забезпечить уряд країни, а на рівні науковому та технічному – залізничне наукове товариство.

Як показує досвід реформ залізничної галузі Європейського Союзу, розвиток бізнесу та конкуренції на залізничному транспорті підвищує

рівень ВВП країни, збільшує кількість робочих місць та зменшує субсидування державою залізничної галузі [1]. У реформуванні залізничної галузі Європейський Союз використовує безліч директив, які спрямовані на удосконалення залізничного транспорту. Особлива увага приділяється двом директивам, 91/440/ЄС [2] та 95/19/ЄС [3], які є початковими документами для допущення на ринок перевезень приватних

компаній-перевізників та впровадження конкуренції в залізничній галузі.

Директива 91/440/ЄЕС спрямована на полегшення адаптації залізниць Європейського Союзу та потенційних учасників європейської співдружності до вимог єдиного ринку перевезень і підвищення ефективності роботи залізниць шляхом:

- забезпечення незалежності управління залізничними підприємствами;
- відокремлення управління залізницею та інфраструктурою від надання залізничних транспортних послуг;
- удосконалення фінансової структури підприємств;
- забезпечення доступу до мереж держав ЄС залізничних приватних підприємств, які займаються міжнародними комбінованими перевезеннями товарів;
- забезпечення вільного доступу до інфраструктури будь-яким приватним компаніям-перевізникам.

Директива 95/19/ЄС спрямована на розподіл пропускної спроможності залізничної інфраструктури і стягнення плати за користування інфраструктурою. Для приватних компаній-перевізників на основі впровадження директив країн ЄС усувається дискримінація при розподілі інфраструктури та створюються прозорі умови для державної підтримки залізничного сектору.

Більше інформації про директиви, а також їх вплив на прикладі Німецької залізниці DB описано в джерелі [4].

Впровадження в Україні приватних вантажних залізничних компаній-перевізників означає дотримання європейського тренду на демонополізацію залізничних перевезень, що призводить до створення:

- ринкового механізму ціноутворення за принципами попиту та пропозиції;
- передумови для підвищення рівня якості послуг на залізничному транспорті.

Виходячи з вищезазначених пунктів, економічний розвиток залізничної галузі потребує комплексного підходу, а саме:

- перегляду та удосконалення тарифної політики, щодо доступу до залізничної інфраструктури АТ «Укрзалізниця» для приватних залізничних компаній-перевізників регіонального типу;
- надання недискримінаційного доступу до залізничної інфраструктури інших учасників перевезення на основі попиту та з кращим рівнем якісних та екологічних показників транспортних послуг.

Це потребує зусилля від залізниці щодо

відмови від монопольного становища на ринку перевезень на користь збільшення ВВП країни за рахунок конкуренції, подальшого розвитку галузі та можливості вступу країни до Європейського Союзу. Цей крок змінить технологію просування вагонопотоків на основі недискримінаційного доступу до інфраструктури, скоротить питомі експлуатаційні витрати АТ «Укрзалізниця» та забезпечить вантажовласникам оптимальні умови перевезення, а залізниці – високий рівень прибутку залізничної інфраструктури від конкуренції на транспортному ринку.

Постановка завдання дослідження

Основним завданням дослідження є формування системи доставки вантажів залізничною компанією-перевізником регіонального типу. Для забезпечення ефективного функціонування вказаної системи, зменшення витрат та підвищення задоволеності клієнтів необхідно детально вивчити та проаналізувати різні аспекти цього процесу. Адекватний функціональний опис системи доставки вантажів залізничною компанією-перевізником є основою для вирішення ряду наступних важливих завдань:

- визначення найбільш ефективних та економічно вигідних маршрутів доставки вантажів залізницею з урахуванням географічних особливостей, екологічності та бажаного часу доставки;
- оптимізація логістичних процесів, пов'язаних із доставкою вантажів залізничним транспортом, на основі удосконалення процедур навантаження та вивантаження, управління запасами, оптимізації використання вагонів (контейнерів) та складання графіків руху поїздів;
- оцінка вартості доставки вантажів залізничним транспортом, включаючи витрати на паливо, транспортування, обслуговування вагонів та залізничних станцій компанії-перевізника;
- забезпечення безпеки та надійності доставки вантажів залізницею, що включає вивчення процедур безпеки, обслуговування та ремонту вагонів, а також прогнозування можливих ризиків та їх запобігання;
- дослідження потреб та очікувань клієнтів, які використовують послуги залізничних компаній-перевізників, що включає аналіз показників якості обслуговування, швидкості доставки, точності та надійності послуг, а також пропонованих додаткових послуг на базі логістики.

Отже, організація доставки вантажів залізничною компанією-перевізником повинна базуватися на системному підході.

Мета дослідження

Метою дослідження є забезпечення ефективного функціонування логістичної системи доставки вантажів залізничними компаніями-перевізниками регіонального типу при її впровадженні на мережі залізниць України на основі функціонального опису вказаної системи та оптимізації її параметрів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

У наш час сотні українських вчених від аспірантів до професорів, і навіть студентів бакалаврського та магістерського рівня, які працюють в сфері залізничної галузі, активно розробляють наукові, технічні і правові аспекти, що впроваджуються на залізниці задля найшвидшого інтегрування України до Європейського союзу.

У роботі [1] розглянуто системи роботи Французьких, Британських, Китайських, Польських, Японських та інших залізниць. Наведений опис реформ, екскурс в минуле та загальна інформація про зазначені залізниці допомагають отримати безцінний досвід для Української залізниці. Дане джерело інформації багате на фінансові та експлуатаційні показники зазначених залізниць з наведенням структур управління. Особлива увага в джерелі приділяється Французькій залізниці (SNCF Réseau), звідки взято інформацію для формування системного підходу до організації доставки вантажів приватними залізничними компаніями-перевізниками.

Деякі джерела інформації здійснюють глибокий опис реформ Німецької залізниці (Deutsche Bahn) [4]. У даній роботі, окрім опису елементів системного підходу до організації доставки вантажів приватними компаніями-перевізниками на Німецькій залізниці, також наведено приклад та детальний опис покупки нитки графіку для поїздів. Частково описано технологічний ланцюг роботи з поїздами для приватних залізничних компаній-перевізників.

Джерело інформації [5] є одним з перших непрямих кроків перегляду тарифної політики АТ «Укрзалізниця» та прообразом для формування системного підходу до організації доставки вантажів залізничним компаніям-перевізникам регіонального типу. У зазначеній роботі розглядається математична модель визначення оптимальної кількості вагонів у маршруті поїзда. На підставі виконаних розрахунків є можливість визначити також вартість перевезення вантажу на перегоні.

Також велику роль відіграє дисертаційна робота, яка наведена в джерелі [6]. У даній роботі

представлені логістичні принципи та приклади, на які можна опиратися при формуванні системного підходу до організації доставки вантажів залізничною компанією-перевізником.

Основні матеріали дослідження

При формуванні системного підходу до визначення раціональних технологічних параметрів логістичної системи доставки вантажів залізничною компанією-перевізником в першу чергу необхідно визначитися з переліком основних факторів, що впливають на величину витрат вказаної системи наростаючим підсумком за кожний розрахунковий період. Під системою доставки вантажів залізничним транспортом для Українських залізниць розуміється множина елементів (підрозділи АТ «Укрзалізниця», приватні компанії-перевізники із філіями, транспортна інфраструктура із станціями, терміналами, портами, пунктами перетину кордонів та іншими елементами, враховуючі інформаційну підсистему), які знаходяться у функціональних зв'язках між собою, мають певні обмеження на власні технічні та технологічні можливості і утворюють єдину цілісність з метою досягнення синергетичного ефекту. До основних факторів відносяться наступні:

- кількість заявок на перевезення вантажів;
- інтервал часу між моментами надходження заявок;
- обсяг вказаного у заявках вантажу;
- заявлена швидкість доставки вантажів;
- робочий парк вагонів і маневрових локомотивів компанії-перевізника;
- обсяг маневрової роботи на філіях компанії-перевізника;
- вартість ниток графіку;
- обсяг потрібних компанії-перевізнику матеріалів та запасних частин;
- обсяг витраченої електроенергії на власні потреби компанії-перевізника;
- обсяг пристроїв компанії-перевізника, що утримуються;
- кількість працівників компанії-перевізника за кожною посадою;
- оцінка значення екологічного критерію.

Оскільки вантажі можуть бути доставлені з філії відправлення до філії призначення різними маршрутами, існує множина маршрутів доставки вантажів для кожного окремо взятого поїзда. Введений до системи порядковий номер маршруту доставки вантажів j -им поїздом у момент часу t ($I_{D_j}(t)$) можна розглядати як керований вхідний вплив на дану систему. При цьому $j \in J$, де J – множина поїздів, що знаходяться у

процесі доставки вантажів залізничною компанією-перевізником у момент часу t .

До квазікерованого вхідного впливу можна віднести передбачену кількість зупинок j -го поїзду у момент часу t на маршруті його прямування для причеплення груп вагонів ($q_{\text{пріч.}j}(t)$). Це пов'язано з тим, що, з одного боку, вказаний параметр нормується в залежності від заявленої вантажовідправником швидкості доставки вантажів, а з іншого боку, кількість зупинок може бути обґрунтовано змінена диспетчером-логістом (з точки зору економічної доцільності).

Некерованим вхідним впливом на систему доставки вантажів залізничною компанією-перевізником є інтенсивність вхідного потоку заявок у момент часу t ($\lambda(t)$).

Стан вказаної системи у момент часу t можна записати у наступному вигляді:

$$Q(t) = F^o(t, Q_o, Z(t), P(t), I_d, t), \\ q_{\text{пріч.}j}(t), \lambda(t) \quad (1)$$

де F^o – оператор стану системи доставки вантажів залізничною компанією-перевізником;

Q_o – початковий стан системи;

$Z(t)$ – характеристики системи, що залежать від вхідних впливів на систему;

$P(t)$ – множина параметрів керування, що можуть змінюватись у процесі функціонування системи доставки вантажів залізничною компанією-перевізником та забезпечувати підвищення її якості.

Початковим станом системи є наступні параметри: кількість філій ($n_{\text{філ}}$), корисна довжина приймально-відправних колій філій ($L_{\text{філ}}$), площа філій ($S_{\text{філ}}$), площа службових приміщень ($S_{\text{пр}}$), висота службових приміщень ($h_{\text{пр}}$), вартість службових приміщень ($C_{\text{пр}}$), тип рейок (P), кількість колій у станційних парках філій ($n_{\text{кол}}$), кількість комплектів стрілок ($n_{\text{стр}}$), вартість комплектів стрілок ($C_{\text{стр}}$), корисна довжина інших станційних колій філій ($L_{\text{ін}}$), кількість інших станційних колій ($n_{\text{інш}}$), кількість світлофорів ($n_{\text{св}}$), вартість світлофорів ($C_{\text{св}}$), вартість впровадження програмного забезпечення ($C_{\text{прог}}$), кількість напіввагонів ($q_{\text{пв}}$), кількість зерновозів ($q_{\text{зер}}$), кількість платформ (контейнерів) ($q_{\text{пл}}$), кількість цистерн ($q_{\text{цс}}$), кількість критих вагонів ($q_{\text{кр}}$), кількість маневрових локомотивів у розпорядженні філій ($L_{\text{м}}$), вартість маневрового локомотива ($C_{\text{м}}$), вартість напіввагону ($C_{\text{пв}}$), вартість зерновозу ($C_{\text{зер}}$), вартість платформи ($C_{\text{пл}}$), вартість цистерни ($C_{\text{цс}}$), вартість

критого вагону ($C_{\text{кр}}$), відстань між залізничними станціями філій та навантажувально-розвантажувальними пунктами в межах залізничних вузлів ($S_{\text{зс-нрп}}$), відстань між залізничними станціями сусідніх філій ($S_{\text{зс}}^{\text{СФ}}$), відстань між навантажувально-розвантажувальними пунктами в межах залізничних вузлів ($S_{\text{нрп-нрп}}$), питомі витрати на 1 годину роботи маневрового тепловоза вантажного руху ($E_{\text{рм}}^{\text{Т}}$), питомі витрати на 1 тепловозо-кілометр вантажного руху ($E_{\text{е-г}}^{\text{Т}}$), питомі витрати на 1 тепловозо-кілометр одиночного слідування у вантажному русі ($E_{\text{одс}}^{\text{Т}}$), питомі витрати на 1 поїздо-годину простою на станції при тепловозній тязі у вантажному русі ($E_{\text{пс}}^{\text{Т}}$), питомі витрати на 1 поїздо-годину простою на перегоні при тепловозній тязі у вантажному русі ($E_{\text{пп}}^{\text{Т}}$), питомі витрати на використання 1 кілометра інфраструктури на перегоні протягом години у вантажному русі ($E_{\text{н}}$), питомі витрати на 1 поїздо-годину у русі при електровозній тязі у вантажному русі ($E_{\text{пг}}^{\text{е}}$), питомі витрати на 1 годину простою вагона у складі вантажного поїзда при електровозній тязі ($E_{\text{ст}}^{\text{в}}$), питомі витрати на 1 годину роботи маневрового електровазона вантажного руху ($E_{\text{рм}}^{\text{е}}$), середня довжина перегону, що займає один поїзд, з урахуванням дистанції між поїздами (L), швидкість маневрового локомотиву ($V_{\text{лок}}$), вартість 1 кВт електроенергії ($C_{\text{ел}}$), сумарна потужність приладів в приміщенні філії ($W_{\text{пр}}$), потужність електропривода ($W_{\text{ец}}$), потужність маневрових світлофорів ($W_{\text{св}}$), середньомісячний рівень потужності для обігріву приміщення ($V_{\text{ст}}^{\text{оп}}$), кількість керівників філіалу ($n_{\text{кф}}$), кількість диспетчерів-логістів ($n_{\text{д}}$), кількість чергових станційного парку філіалу ($n_{\text{чсп}}$), кількість операторів ($n_{\text{о}}$), кількість складачів поїздів ($n_{\text{сп}}$), кількість машиністів маневрового локомотива ($n_{\text{ммл}}$), кількість робітників технічного огляду вагонів ($n_{\text{то}}$), кількість робітників комерційного огляду вагонів ($n_{\text{ко}}$), посадовий оклад керівника філіалу ($Z_{\text{кф}}$), посадовий оклад диспетчера-логіста ($Z_{\text{д}}$), посадовий оклад чергового станційного парку філіалу ($Z_{\text{чсп}}$), посадовий оклад оператора ($Z_{\text{о}}$), посадовий оклад складача поїздів ($Z_{\text{сп}}$), посадовий оклад машиніста маневрового локомотива ($Z_{\text{ммл}}$), посадовий оклад працівника технічного огляду вагонів ($Z_{\text{то}}$), посадовий оклад робітника комерційного огляду ($Z_{\text{ко}}$), тарифна відстань між філією відправлення до філії призначення ($S_{\text{тв}}$), вартість нитки графіку (H), технологічний час на виконання операції причеплення або відчеплення ($T_{\text{пр-від}}$), шкода від забруднення

атмосфери (B_a), шкода від забруднення водних ресурсів (B_v), шкода від забруднення та деградації земель (B_z), шкода від розміщення шкідливих речовин на навколишній території ($B_{нт}$), шкода для фауни ($B_{фа}$), шкода для флори ($B_{фл}$).

Характеристиками системи доставки вантажів залізничною компанією-перевізником, що залежать від вхідних впливів $I_{Дj}(t)$, $q_{прічj}(t)$ і $\lambda(t)$, є частка вагонів (контейнерів), що задіяні в процесі перевезення вантажів ($\alpha(t)$), та завантаження маневрових локомотивів ($\beta(t)$) у момент часу t . До параметру керування можна віднести передбачену тривалість простою j -го поїзду у момент часу t на залізничних станціях філій компанії-перевізника, через які проходить маршрут його прямування, в очікуванні причеплення груп вагонів ($T_{прj}(t)$). Вказаний параметр нормується диспетчером-логістом при складанні плану перевезення вантажів.

Виходом системи доставки вантажів залізничною компанією-перевізником є наступний функціонал перетворення множини параметрів:

$$Y(t) = (q(t), m(t), P(t)) \quad (2)$$

де $q(t)$, $m(t)$, $P(t)$ – відповідно сумарна кількість відправлених вагонів, сумарна маса відправлених вантажів, тис. т, і сумарна кількість відправлених поїздів.

Значення вихідних параметрів $Y(t)$ є координатами фазової траєкторії у фазовому просторі та залежать від вхідних впливів $I_{Дj}(t)$, $q_{прічj}(t)$ і $\lambda(t)$, характеристик системи $Z(t)$ і параметру керування $P(t)$. Отже, закон функціонування системи доставки вантажів залізничною компанією-перевізником, виходячи із системного підходу [7], буде мати наступний вигляд:

$$Y(t) = G^o(t, Q_o, Z(t), P(t), I_{Дj}(t), q_{прічj}(t), \lambda(t), S(t)), \quad (3)$$

або

$$Y(t) = G^o(t, Q_o, \alpha(t), \beta(t), T_{прj}, I_{Дj}(t), q_{прічj}(t), \lambda(t), S(t)) \quad (4)$$

де G^o – оператор виходу;

$S(t)$ – вектор структурної перебудови;

$$Q_o = (n_{філ}, L_{філ}, S_{філ}, S_{пр}, h_{пр}, C_{пр}, P, n_{кол}, n_{стр}, C_{стр}, L_{ін}, n_{інш}, n_{св}, C_{св}, C_{прог}, q_{пв}, q_{зер}, q_{пл}, q_{цс}, q_{кр}, L_m, C_m, C_{пв}, C_{зер}, C_{пл}, C_{цс}, C_{кр}, S_{ЗС-НРП}, S_{ЗС}^{CФ}, S_{НРП-НРП}, E_{рм}^T, E_{е-г}^T, E_{одс}^T, E_{пс}^T, E_{пп}^T, E_n, E_{пг}^e, E_{ст}^e, E_{рм}^e, l, V_{лок}, C_{ел}, W_{пр}, W_{ец}, W_{св}, B_{ст}^{оп}, n_{кф}, n_{д}, n_{чсп}, n_o, n_{сп}, n_{ммл})$$

$$n_{то}, n_{ко}, Z_{кф}, Z_d, Z_{чсп}, Z_o, Z_{сп}, Z_{ммл}, Z_{то}, Z_{ко}, S_{тв}, H, T_{пр-від}, B_a, B_v, B_z, B_{нт}, B_{фа}, B_{фл}).$$

Структурною перебудовою системи може бути:

- побудова нових виробничих будівель;
- зміни штату працівників;
- зміни робочого парку вагонів;
- зміни кількості станційних колій на філіях;
- впровадження нової системи управління стрілками та сигналами;
- оновлення парку маневрових локомотивів.

Структурна перебудова може відбутися внаслідок:

- структурних змін у організації роботи філій;
- коливання обсягів роботи філій;
- зміни тарифних ставок працівників філій;
- зміни вартості обслуговування станційних пристроїв філій, вагонів і локомотивів;
- зміни показників питомих витрат;
- необхідності збільшення пропускної спроможності залізничних станцій філій;
- необхідності створення нових філій;
- закінчення терміну експлуатації вагонів і локомотивів;
- коливання витрат за екологічним критерієм;
- загальних змін умов ринку перевезень;
- впровадження нового законодавства країни, щодо роботи приватних залізничних компаній.

Структурну перебудову системи доставки вантажів залізничною компанією-перевізником рекомендовано здійснювати з періодичністю один раз на рік.

Конфігурація фазового простору Φ системи у Евклідовому просторі E_k ($k=3$) визначається з урахуванням обмежень на вхідний керований вплив $I_{Дj}(t)$, вхідний квазікерований вплив $q_{прічj}(t)$, некерований вхідний вплив $\lambda(t)$, характеристики системи $\alpha(t)$ і $\beta(t)$ та параметр керування $T_{прj}(t)$:

$$\Phi \in E_k \begin{cases} 1 \leq I_{Дj}(t) \leq I_{Дj}^{max} \\ 0 \leq q_{прічj}(t) \leq q_{прічj}^{max} \\ 0 \leq \lambda(t) \leq \lambda_{max} \\ 0 \leq \alpha(t) \leq 1 \\ 0 \leq \beta(t) \leq 1 \\ T_{пр}^{min} \leq T_{прj}(t) \leq T_{пр}^{max}, \text{ при } q_{прічj}(t) \geq 1 \\ M_j(t) \leq M_j^{max} \\ L_j(t) \leq L_j^{max} \end{cases} \quad (5)$$

де $I_{D_j}^{max}$ – максимальна кількість маршрутів доставки вантажів j -м поїздом;

$q_{прич,j}^{max}$ – максимальна кількість зупинок j -го поїзду на маршруті його прямування для причеплення груп вагонів ($q_{прич,j}^{max}$ залежить від заявленої вантажовідправником швидкості доставки вантажів);

λ_{max} – максимальна інтенсивність вхідного потоку заявок;

$T_{пр}^{min}, T_{пр}^{max}$ – відповідно мінімальна і максимальна тривалість простою поїздів на залізничних станціях філій компанії-перевізника, через які проходить маршрут їх прямування, в очікуванні причеплення груп вагонів, год.;

$M_j(t), L_j(t)$ – відповідно маса, т, і довжина, м, j -го поїзду, що знаходиться у процесі доставки вантажів залізничною компанією-перевізником у момент часу t ;

M_j^{max}, L_j^{max} – відповідно максимально можливі маса, т, і довжина, м, j -го поїзду, що знаходиться у процесі доставки вантажів залізничною компанією-перевізником.

Зазначені формули (1)-(5) є одним із можливих комплексів формування системного підходу до організації доставки вантажів залізничною компанією-перевізником.

Висновки

Результатом проведених досліджень є формалізація логістичної системи доставки вантажів залізничною компанією-перевізником регіонального типу. Функціональний опис вказаної системи виконано з урахуванням множини факторів, що впливають на величину витрат компанії-перевізника. Аналіз цих факторів довів, що ключовими параметрами системи, що суттєво впливають на її витрати і, відповідно, вартість перевезення вантажів, є маршрути їх доставки, передбачені кількості зупинок і тривалості простою поїздів на залізничних станціях філій компанії-перевізника в очікуванні причеплення груп вагонів. Оптимізація вказаних параметрів дозволить підвищити ефективність функціонування системи і зменшити вартість перевезення вантажів окремих клієнтів. Розробка процедури оптимізації технологічних параметрів системи доставки вантажів залізничною компанією-

перевізником є наступним завданням наукових досліджень.

Виходячи з викладеного, можна стверджувати, що поставлені мета та завдання дослідження досягнуто. Використання системного підходу до організації доставки вантажів залізничною компанією-перевізником регіонального типу можна розглядати як наукове підґрунтя для подальших досліджень в цій області. Представлену систему можливо удосконалити шляхом урахування додаткових впливів, обмежень і факторів, що впливають на витрати приватного перевізника.

Отже, за умови створення в Україні законодавчої бази щодо доступу до залізничної інфраструктури АТ «Укрзалізниця» приватних перевізників впровадження запропонованої системи дозволить підвищити конкуренцію на транспортному ринку, що позитивно вплине на якість і надійність перевезень та економіку країни.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. *Реформа железных дорог*: сборник материалов по повышению эффективности сектора железных дорог. Всемирный банк, 2017. №2. 766 с. Режим доступа : <https://documents1.worldbank.org/curated/ar/616111469672194318/pdf/69256-RUSSIAN-REVISED-RR-Toolkit-RU-New-2017-12-28.pdf>.
2. Directive 91/440/EEC. Eur-lex.europa.eu. Режим доступа : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A31991L0440>.
3. Directive 95/19/EC. Eur-lex.europa.eu. Режим доступа : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A31995L0019>.
4. Прохорченко А. В. Залізничні системи з вертикальним розділенням. Європейська модель. Дніпро : ЛІРА, 2022. 316 с.
5. Ломотько Д. В., Балака Є. І., Резуненко М. Є. Визначення оптимальної кількості вагонів у маршрутних поїздах. *Залізничний транспорт України*. 2019. № 4. С. 4-12.
6. Ломотько Д. В. Формування транспортного процесу залізниць України на базі логістичних принципів : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.22.01. Харків : УкрДАЗТ, 2008. 39 с.
7. Прокопенко Т. О. Теорія систем і системний аналіз. Черкаси : ЧДТУ, 2019. 139 с.

Надійшла до редколегії 20.10.2023.

Прийнята до друку 03.11.2023

FORMATION OF A SYSTEM APPROACH TO ORGANIZING CARGO DELIVERY BY RAILWAY COMPANIES-CARRIER REGIONAL TYPE

Purpose. The introduction of private freight railway carrier companies in Ukraine corresponds to the European trend of demonopolization of railway transport and has a number of consequences, including the creation of a market pricing mechanism and the formation of prerequisites for improving the quality of services in railway transport. In order to ensure the economic development of the railway industry, an integrated approach is required, which includes reviewing and improving the tariff policy regarding the access of private regional railway carrier companies to the railway infrastructure of joint-stock company (JSC) «Ukrzaliznytsia» and providing non-discriminatory access to the railway infrastructure for other transportation participants. This will ensure equal conditions for competition and will contribute to the development of railway transport in Ukraine. Based on this, the purpose of this study is to achieve the effective functioning of a cargo delivery system for regional railway carrier companies when it is implemented on the Ukrainian railway network. To achieve this goal, a functional description of the specified system is used and its parameters are optimized. **Methods.** To formalize the system of cargo delivery by a regional railway carrier company, used methods of systems theory. **The results.** The research carried out made it possible to formalize the system of cargo delivery through a regional railway carrier company. In the process of formulating the functional description of the system, various factors affecting the carrier company's costs were taken into account. When analyzing these factors, it was found that the key parameters of the system that have a significant impact on the costs and cost of transporting goods are the serial number of the cargo delivery route, the number of stops on the route, the duration of train downtime at the railway stations of the carrier company's branches while waiting for shunting operations to be performed (attaching groups of wagons). The goal of optimizing these parameters is to increase the efficiency of the system and reduce the cost of transporting goods for individual clients. **Practical significance.** Subject to the adoption in Ukraine of an appropriate legislative framework that will regulate access to the railway infrastructure of JSC «Ukrzaliznytsia» for private carriers, the implementation of the proposed system will have such positive consequences as increasing the level of competition in the transport market in Ukraine, improving the quality and reliability of transportation and growth Country's GDP. Setting the optimal balance between route numbers, the number of stops and the duration of train downtime will ensure optimal use of the carrier company's resources and reduce the cost of transporting goods. This will help improve the quality of service and meet customer needs.

Keywords: carrier company, private carrier, system, delivery, cargo, transportation.