

## ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ

УДК 656.2.073-027.15

О. І. ХАРЧЕНКО<sup>1\*</sup>

<sup>1\*</sup>Каф. «Управління експлуатаційною роботою», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, Україна, 49010, тел. +38 (050) 734 27 43, ел. пошта kharchenko-o@mail.ru, ORCID 0000-0003-2068-0640

### ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ КАПІТАЛОВКЛАДЕНЬ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ЗАЛІЗНИЦЬ

**Мета.** Теоретичним та практичним питанням сталого розвитку залізничного транспорту з кожним роком приділяється все більше уваги, але на сьогоднішній день мало вивчені механізми фінансового забезпечення цього явища. Метою даної роботи є визначення оптимального розподілу капіталовкладень для забезпечення сталого розвитку залізниць на прикладі Державного підприємства «Придніпровська залізниця» та створення передумов для розробки математичної моделі. **Методика.** Задача забезпечення сталого розвитку залізниці вирішується на основі інтегрального критерію ефективності сталого розвитку та визначається як максимізація значення цього критерію. Для підвищення значень складових інтегрального критерію ефективності пропонується проводити оптимізаційні заходи технологічного характеру. Це заходи: оптимізація парку маневрових та поїзних локомотивів; оптимізація потужності вантажо-розвантажувальних механізмів та інших засобів механізації технологічних процесів; оптимізація маршрутів доставки вантажу в рамках транспортної мережі залізниці. З цією ж метою пропонується проводити заходи технічного характеру: модернізація шляхів сполучення в рамках залізниці в напрямку їх електрифікації, модернізація ходової частини та зчпних пристроїв рухомого складу з метою зниження впливу рівня шуму на навколишнє середовище. **Результати.** В роботі визначено оптимальний розподіл капіталовкладень для забезпечення сталого розвитку. Даний розподіл дозволяє забезпечити такий варіант розвитку Державного підприємства «Придніпровська залізниця», при реалізації якого функціонування залізниці характеризується максимальним значенням інтегрального показника ефективності. **Наукова новизна.** У роботі було розглянуто та запропоновано новий підхід до визначення оптимального розподілу капіталовкладень для забезпечення сталого розвитку залізниць. **Практична значимість.** Структурна реформа залізничного транспорту України, яка проводиться у теперішній час, вимагає в найкоротші терміни вирішення задач й підвищення ефективності роботи галузі. Запропонований алгоритм розподілу капіталовкладень дозволить забезпечити такий варіант розвитку залізниці, реалізація якого призведе до підвищення ефективності функціонування Державного підприємства «Придніпровська залізниця», що, в свою чергу, отримає позитивне відображення на роботі залізничного транспорту в цілому.

*Ключові слова:* залізничний транспорт; підвищення ефективності; функціонування залізничного транспорту; сталий розвиток; фінансове забезпечення

#### Вступ

Останнім часом в усьому світі ідеям сталого розвитку приділяється особлива увага [19].

Україна також бере активну участь у міжнародному процесі щодо впровадження політики сталого розвитку з метою комплексного вирішення завдань охорони довкілля та економічного зростання людства на глобальному рівні.

## ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ

Основні положення сталого розвитку офіційно сформульовані у постановах, програмах розвитку та концепції сталого розвитку України [3, 4, 9]. Теоретично передбачено, що сталий економічний розвиток в кожній країні забезпечується всім національним господарським комплексом, відповідно кожною його галуззю та напрямом діяльності. В багатьох країнах, і в Україні також, однією із важливих підгалузей, що сприяє розвитку національного господарського комплексу, а також забезпечує власний сталий розвиток, є залізничний транспорт [17]. Потреба в забезпеченні сталого розвитку залізничного транспорту України викликана не тільки всесвітніми тенденціями економічного розвитку людства, але й станом самої галузі [10].

Залізничний транспорт є самим безпечним видом транспорту, але за останні роки у галузі спостерігається низка проблем, наприклад, збільшення зношеності технічних засобів, погіршення їх структури, що створює потенційну загрозу безпеці руху поїздів. У роботах [15, 16] виконано ретельний аналіз порушень безпеки руху поїздів на залізничному транспорті та зазначено, що 75 % випадків транспортних подій сталися з причин: несправності технічних засобів, несправності локомотива, сходження рухомого складу при маневрах та невірних дій причетних працівників. Це не дозволяє підвищити ефективність функціонування галузі, що є однією з пріоритетних задач реформування залізничного транспорту.

Досить вагомим є вплив залізничного транспорту на довкілля. У відпрацьованих газах двигунів локомотивів, крім парів води, знаходиться більше 200 хімічних елементів та сполук, але залізничний транспорт все одно має величезні переваги серед інших видів транспорту. А в країнах Європи електричний залізничний транспорт називають «зеленим транспортом» [18].

Також важливою складовою розвитку залізничного транспорту є соціальна складова, оскільки більше ніж 300 тисяч працівників цілодобово забезпечують його безперебійну роботу.

Отже, проблема сталого розвитку залізничного транспорту є надзвичайно актуальною. Тільки на основі балансу складових сталого розвитку можливо прискорити реформування залізничного транспорту. Цьому є підтвер-

дження в офіційних документах, наприклад, одним з пріоритетів Транспортної стратегії є: «Стимулювання сталого розвитку транспорту, надання переваги екологічно чистим та енергоефективним видам транспорту, зниження технологічного навантаження транспорту на довкілля» [11].

У роботі [12] було виконано дослідження підходів до підвищення функціонування підрозділів залізничного транспорту з позиції сталого розвитку, в результаті якого було відмічено, що у більшості робіт за критерій ефективності (цільової функції) використовуються комплексні показники економічного характеру [6, 7, 8]. У деяких працях враховують екологічну складову [5, 14], але ця задача вирішується відокремлено від задачі підвищення економічної ефективності технологічних процесів. Вагомий внесок у дослідження галузевих особливостей соціально-економічного розвитку залізничного транспорту внесли такі науковці, як Ю. С. Бараш та О. І. Зоріна [1, 2].

Теоретичним та практичним питанням сталого розвитку залізничного транспорту з кожним роком приділяється все більше уваги, але на сьогодні мало вивчені механізми фінансового забезпечення сталого розвитку. У зв'язку з цим виникає необхідність теоретичного розгляду питання фінансового забезпечення сталого розвитку залізничного транспорту, як однієї з основних галузей економіки.

### Мета

Метою статті є визначення оптимального розподілу капіталовкладень для забезпечення сталого розвитку на прикладі Державного підприємства «Придніпровська залізниця» та створення передумов для розробки математичної моделі.

### Методика

У роботі [13] в результаті формування системи показників сталого розвитку підрозділів залізничного транспорту було отримано інтегральний показник, який відображає основний принцип сталого розвитку та наведений у вигляді арифметичної суми:

$$E_{\text{інт}} = E_{\text{рес}} + E_{\text{ек}} + E_{\text{соц}} + E_{\text{як}}$$

## ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ

де  $E_{\text{рес}}$  – показник, який характеризує розвиток підрозділів залізничного транспорту у напрямку ресурсозбереження;  $E_{\text{ек}}$  – екологічна складова сталого розвитку підрозділів залізничного транспорту;  $E_{\text{соц}}$  – соціальна складова процесу функціонування підрозділів залізничного транспорту з позиції сталого розвитку;  $E_{\text{як}}$  – показник сталого розвитку за напрямком підвищення якості обслуговування.

Задача забезпечення сталого розвитку ДП «Придніпровська залізниця», як одного із підрозділів залізничного транспорту, на основі запропонованого інтегрального критерію ефективності визначається як максимізація значення критерію, тобто:

$$E_{\text{інт}} = E_{\text{рес}} + E_{\text{ек}} + E_{\text{соц}} + E_{\text{як}} \rightarrow \max. \quad (1)$$

Для підвищення значень складових інтегрального критерію для ДП «Придніпровська залізниця» необхідно проводити оптимізаційні заходи технологічного та технічного характерів. До оптимізаційних заходів технологічного характеру, які забезпечують підвищення критерію ефективності, відносяться:

- оптимізація кількості поїзних та маневрових локомотивів на ділянках та станціях залізниці;
- оптимізація потужності вантажо-розвантажувальних механізмів на станціях та інших механізмів у складі ДП «Придніпровська залізниця»;
- оптимізація маршрутів пересування поїздодопотоків по транспортній мережі в межах ДП «Придніпровська залізниця».

До заходів з підвищення ефективності сталого розвитку залізниці, які мають технічний характер, відносяться:

- модернізація шляхів сполучення в межах залізниці у напрямку їх електрифікації;
- модернізація ходової частини та зчпних пристроїв рухомого складу, а також засобів механізації сортувальних пристроїв на станціях з метою зниження рівня шуму на навколишнє середовище.

Реалізація заходів з удосконалення технології функціонування, які визначають значення  $E_{\text{рес}}$ ,  $E_{\text{ек}}$  та  $E_{\text{як}}$ , а також соціальні відрахування здійснюються за рахунок прибутку ДП «Придніпровська залізниця» за попередній період. На підставі частки грошових коштів  $\delta_{\text{ср}}$ , які від-

раховуються на забезпечення сталого розвитку підрозділу, сума коштів на розвиток визначається за формулою:

$$C_{\text{ср}}^t = \Pi_{\text{ДП}}^{(t-1)} \cdot \delta_{\text{ср}}, \quad (2)$$

де  $C_{\text{ср}}^t$  – фінансові кошти, які відраховуються на забезпечення сталого розвитку залізниці, у період  $t$ , грн;  $\Pi_{\text{ДП}}^{(t-1)}$  – чистий прибуток ДП «Придніпровська залізниця» за період  $(t - 1)$ , грн.

$C_{\text{ср}}^t$  складає грошові кошти, які відраховуються за напрямками сталого розвитку: на розвиток ресурсозберігаючих технологій ( $\Delta_{\text{рес}}$ ), на зниження впливу на навколишнє середовище ( $\Delta_{\text{ек}}$ ), на соціальну складову функціонування ( $\Delta_{\text{соц}}$ ) та на підвищення якості обслуговування ( $\Delta_{\text{як}}$ ). При цьому кожний напрямок характеризується різною еластичністю капіталовкладень – відношенням відповідних складових критерію ефективності до суми відрахованих коштів. Критерій ефективності з урахуванням розподілу відрахованих коштів за напрямками сталого розвитку можна подати у такому вигляді:

$$E_{\text{інт}} = \Delta_{\text{рес}} \cdot \varepsilon_{\text{рес}} + \Delta_{\text{ек}} \cdot \varepsilon_{\text{ек}} + \Delta_{\text{соц}} \cdot \varepsilon_{\text{соц}} + \Delta_{\text{як}} \cdot \varepsilon_{\text{як}} \rightarrow \max, \quad (3)$$

де  $\varepsilon_{\text{рес}}$ ,  $\varepsilon_{\text{ек}}$ ,  $\varepsilon_{\text{соц}}$ ,  $\varepsilon_{\text{як}}$  – функції еластичності капіталовкладень за напрямками розвитку ресурсозберігаючих технологій, зниження шкідливого впливу на навколишнє середовище, забезпечення соціальної складової функціонування залізниці та підвищення якості обслуговування відповідно.

Якщо сума грошових коштів, які відраховуються на сталий розвиток протягом періоду  $t$ , не змінюється ( $C_{\text{ср}}^t = \text{const}$ ), то цільову функцію  $F_{\text{ц}}$  задачі забезпечення найбільш ефективного варіанта сталого розвитку ДП «Придніпровська залізниця» можна подати так:

$$F_{\text{ц}} = \frac{E_{\text{інт}}}{C_{\text{ср}}} = \delta_{\text{рес}} \cdot \varepsilon_{\text{рес}} + \delta_{\text{ек}} \cdot \varepsilon_{\text{ек}} + \delta_{\text{соц}} \cdot \varepsilon_{\text{соц}} + \delta_{\text{як}} \cdot \varepsilon_{\text{як}} \rightarrow \max, \quad (4)$$

де  $\delta_{\text{рес}}$ ,  $\delta_{\text{ек}}$ ,  $\delta_{\text{соц}}$ ,  $\delta_{\text{як}}$  – частка грошових коштів у загальному об'ємі за напрямками розвитку

## ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ

ресурсозберігаючих технологій, зниження шкідливого впливу на навколишнє середовище, забезпечення соціальної складової функціонування залізниці та підвищення якості обслуговування відповідно.

Слід зазначити, що  $\delta_{\text{рес}} = \frac{\Delta_{\text{рес}}}{C_{\text{ср}}}$ ,  $\delta_{\text{ек}} = \frac{\Delta_{\text{ек}}}{C_{\text{ср}}}$ ,  $\delta_{\text{соц}} = \frac{\Delta_{\text{соц}}}{C_{\text{ср}}}$  та  $\delta_{\text{як}} = \frac{\Delta_{\text{як}}}{C_{\text{ср}}}$  є безрозмірними показниками, як і величина  $F_{\text{ц}}$ .

Обмеженням під час розв'язання задачі (4) є повне використання суми грошових коштів, які відраховуються на сталий розвиток. Це обмеження можна записати у вигляді:

$$\delta_{\text{рес}} + \delta_{\text{ек}} + \delta_{\text{соц}} + \delta_{\text{як}} = 1. \quad (5)$$

Наявність інших обмежень пов'язано з тим, що у множині функцій еластичності капіталовкладень  $\varepsilon_{\text{рес}}$ ,  $\varepsilon_{\text{ек}}$  и  $\varepsilon_{\text{як}}$  існують пари функцій, значення яких визначаються загальними параметрами, що характеризують технологічні процеси функціонування залізниці.

Загальний вигляд функції еластичності капіталовкладень  $\varepsilon_i$  по  $i$ -ому напрямку забезпечення сталого розвитку такий:

$$\varepsilon_i = \frac{E_i}{K_i}, \quad (6)$$

де  $E_i$  – ефект, отриманий від заходів;  $K_i$  – сума, яку відраховано та використано для проведення оптимізаційних заходів.

Для напрямку забезпечення соціальної складової функціонування залізниці як ефект виступає безпосередньо сума відрахованих грошових коштів, тому  $\varepsilon_{\text{соц}} = 1$ .

Напрямки впровадження ресурсозберігаючих технологій та підвищення якості обслуговування клієнтів реалізується за рахунок оптимізаційних заходів технологічного характеру: оптимізації парку маневрових та поїзних локомотивів, оптимізації потужності вантажорозвантажувальних механізмів та інших засобів механізації технологічних процесів, а також оптимізації маршрутів доставки вантажу у рамках транспортної мережі залізниці. Можливі капіталовкладення на реалізацію цих заходів необхідні для придбання додаткової кількості маневрових та поїзних локомотивів, вантажорозвантажувальних механізмів та інших засобів механізації технологічних процесів.

Якщо відомі середньозважені балансові вартості локомотивів  $B_1$  та  $B_g$ , то капіталовкладення на впровадження ресурсозберігаючих технологій  $K_{\text{рес}}$  та підвищення якості обслуговування, то  $K_{\text{як}}$  можна визначити наступним чином:

$$K_{\text{рес}} = K_{\text{як}} = \begin{cases} \Delta N_1 \cdot B_1 + \Delta N_g \cdot B_g, & \text{при } \Delta N_1 \geq 0 \text{ та } \Delta N_g \geq 0, \\ \Delta N_1 \cdot B_1, & \text{при } \Delta N_1 \geq 0 \text{ та } \Delta N_g < 0, \\ \Delta N_g \cdot B_g, & \text{при } \Delta N_1 < 0 \text{ та } \Delta N_g \geq 0, \\ 0, & \text{при } \Delta N_1 < 0 \text{ та } \Delta N_g < 0, \end{cases}$$

де  $\Delta N_1$ ,  $\Delta N_g$  – приріст маневрових та поїзних локомотивів, а також вантажорозвантажувальних механізмів та інших засобів механізації відповідно по всіх вантажних станціях ДП «Придніпровська залізниця» для різниці між значеннями показників для поточного стану системи та оптимізованого за кількістю одиниць, які обслуговують вагонопотоки, од.

Капіталовкладення  $K_{\text{ек}}$  на реалізацію заходів із забезпечення екологічної безпеки функціонування ДП «Придніпровська залізниця» включає витрати на електрифікацію дільниць транспортної мережі і технічне оснащення парку вагонів та локомотивів, а також сортувальних засобів пристосуваннями, які знижують шумове забруднення навколишнього середовища під час виконання технологічних операцій:

$$K_{\text{ек}} = n_{\text{рс}}^{\text{мод}} \cdot d_{\text{шум}}^{\text{рс}} + n_{\text{сп}}^{\text{мод}} \cdot d_{\text{шум}}^{\text{сп}} + L_{\text{шс}}^{\text{ел}} \cdot d_{\text{ел}}, \quad (8)$$

де  $n_{\text{рс}}^{\text{мод}}$  – кількість рухомого складу, оснащеного у поточному періоді обладнанням, яке знижує шумове забруднення, ваг.;  $n_{\text{сп}}^{\text{мод}}$  – кількість сортувальних пристроїв, оснащених у поточному періоді обладнанням, які знижують шумове забруднення, од.;  $L_{\text{шс}}^{\text{ел}}$  – протяжність шляхів сполучення у межах залізниці, які електрифіковані у поточному періоді, км;  $d_{\text{шум}}^{\text{рс}}$  – вартість оснащення вагона обладнанням, яке понижує рівень шуму під час виконання технологічних операцій, грн/ваг.;  $d_{\text{шум}}^{\text{сп}}$  – вартість оснащення сортувальних пристроїв станції обладнанням, яке знижує рівень шуму під час виконання технологічних операцій, грн/од.;  $d_{\text{ел}}$  – вартість електрифікації 1 км ділянки транспортної мережі у межах залізниці, грн/км.

Зміна сумарного часу роботи локомотивів

## ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ

$\Delta T_{\text{лок}}$  унаслідок оптимізації парку функціонально залежить від кількості локомотивів, які використовуються для виконання маневрових робіт на вантажних технічних станціях:

$$\Delta T_{\text{лок}} = \sum_{i=1}^{N_c} \left[ t_{pi}^{\text{лок}}(N_1^t) - t_{pi}^{\text{лок}}(N_1^{t-1}) \right], \quad (9)$$

де  $N_c$  – кількість вантажних технічних станцій у складі ДП «Придніпровська залізниця»;  $t_{pi}^{\text{лок}}(N_1^t)$  – функціональна залежність сумарного часу роботи маневрових локомотивів від кількості  $N_1^t$  для  $i$ -ої вантажної станції залізниці, год.

Зміна сумарного часу роботи вантажо-розвантажувальних та інших механізмів  $\Delta T_m$  оцінюється аналогічно – на основі функціональних залежностей сумарного часу роботи механізмів  $t_{pi}^M$  від їх кількості для кожної із станцій залізниці:

$$\Delta T_m = \sum_{i=1}^{N_c} \left[ t_{pi}^M(N_1^t, N_g^t) - t_{pi}^M(N_1^{t-1}, N_g^{t-1}) \right]. \quad (10)$$

Сумарний час роботи вантажо-розвантажувальних та інших механізмів станції залежить також від кількості маневрових локомотивів, які обслуговують вагонопотік, тому функції  $t_{pi}^M$  є функціями двох аргументів.

Зміна викидів шкідливих речовин у атмосферу  $E_{\text{вик}}$  може бути забезпечено за рахунок електрифікації окремих ділянок транспортної мережі, а також за рахунок використання під час обробки вагонів на станціях ДП «Придніпровська залізниця» оптимальної кількості маневрових локомотивів та потужності вантажо-розвантажувальних машин. Тоді:

$$E_{\text{вик}} = E_{\text{ел}}(L_{\text{ел}}^t) + E_{\Delta T}(N_1^t, N_g^t), \quad (11)$$

де  $E_{\text{ел}}(L_{\text{ел}}^t)$  – екологічна ефективність заходів з електрифікації у  $t$ -ому періоді ділянок транспортної мережі довжиною  $L_{\text{ел}}^t$ , грн;  $E_{\Delta T}(N_1^t, N_g^t)$  – екологічна ефективність заходів з оптимізації у  $t$ -ому періоді кількості виробничих потужностей  $N_1^t$  та  $N_g^t$  на вантажних станціях залізниці, грн.

doi 10.15802/stp2015/42163

Екологічна ефективність заходів з електрифікації, як функції протяжності електрифікованих ділянок шляхів сполучення, може бути визначена таким чином:

$$E_{\text{ел}} = c_{\text{ек}} \cdot m_{1\text{км}} \cdot \sum_{i=1}^{N_{\text{ел}}} \left[ (L_{\text{ел}i})^2 \cdot \frac{\lambda_i}{V_{\text{ди}}} \right], \quad (12)$$

де  $m_{1\text{км}}$  – питома наведене значення викидів шкідливих речовин у повітря під час переміщення залізничного состава тепловозом, умов. т/км;  $N_{\text{ел}}$  – кількість електрифікованих ділянок транспортної мережі;  $\lambda_i$  – середнє значення інтенсивності руху на  $i$ -ій ділянці, од./год;  $V_{\text{ди}}$  – середня ділянична швидкість поїзда на  $i$ -ій ділянці, км/год.

Екологічна ефективність заходів з оптимізації кількості виробничих потужностей досягається за рахунок скорочення сумарної тривалості роботи маневрових та поїзних локомотивів під час обслуговування вагонопотоку на станціях:

$$\begin{aligned} E_{\Delta T} &= c_{\text{ек}} \cdot m_{1\text{год}} \cdot \Delta T_{\text{лок}} = \\ &= c_{\text{ек}} \cdot m_{1\text{год}} \cdot \sum_{i=1}^{N_c} \left[ t_{pi}^{\text{лок}}(N_1^t) - t_{pi}^{\text{лок}}(N_1^{t-1}) \right], \end{aligned} \quad (13)$$

де  $m_{1\text{год}}$  – питома наведене значення викидів шкідливих речовин у повітря за 1 год роботи маневрових локомотивів, умов. т/год.

Складова критерію ефективності  $E_{\text{шум}}$ , яка враховує зміну шумового забруднення від роботи рухомого складу залізничного транспорту, може бути оцінена таким чином:

$$\begin{aligned} E_{\text{шум}} &= c_{\text{шум}} \cdot \left[ \Delta D_{\text{шум}}^{\text{сп}} \cdot \sum_{i=1}^{N_c} N_{\text{сп}i} + \right. \\ &\quad \left. + \Delta D_{\text{шум}}^{\text{вар}} \cdot \sum_{i=1}^{N_c} \frac{n_{\text{вар}i}^{\text{мод}}}{n_{\text{вар}i}} \cdot t_{\text{обр}i}^{\text{вар}}(N_1^t, N_g^t) \right], \end{aligned} \quad (14)$$

де  $\Delta D_{\text{шум}}^{\text{сп}}$  – наведена зміна шумового забруднення за рахунок модернізації сортувальних пристроїв на станціях, дБА;  $N_{\text{сп}i}$  – кількість модифікованих сортувальних пристроїв на  $i$ -ій станції залізниці;  $\Delta D_{\text{шум}}^{\text{вар}}$  – питома зміна шумо-

## ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ

вого забруднення під час обслуговування вагонів за рахунок технічного удосконалення ходової частини вагонів, дБА/ваг.год;  $n_{\text{ваг}i}^{\text{мод}}$  – кількість вагонів з модифікованою ходовою частиною, яка обслуговується на  $i$ -ій станції ДП «Придніпровська залізниця», ваг.;  $n_{\text{ваг}i}$  – загальна кількість вагонів, які обслуговуються на  $i$ -ій станції залізниці, ваг.;  $t_{\text{обр}i}^{\text{ваг}}(N_1^t, N_g^t)$  – функціональна залежність сумарного часу обробки вагонів на  $i$ -ій станції від кількісних характеристик переробної спроможності станції, ваг.год.

Складова ефективності, як функція від характеристик виробничих ресурсів, визначається таким чином:

$$E_{\text{як}} = c_{\text{ваг}} \cdot \left[ \sum_{i=1}^{N_c} (t_{\text{обр}i}^{\text{ваг}}(N_1^t, N_g^t) - t_{\text{обр}i}^{\text{ваг}}(N_1^{t-1}, N_g^{t-1})) + T_{\text{м}} \cdot \overline{n_{\text{в}}} \cdot \sum_{j=1}^{N_d} \frac{L_{\text{д}j}}{v_{\text{д}j}} \cdot (\lambda_j^t - \lambda_j^{t-1}) \right], \quad (15)$$

де  $T_{\text{м}}$  – тривалість періоду часу, для якого розглядається процес функціонування ДП «Придніпровська залізниця», год;  $\overline{n_{\text{в}}}$  – середнє по залізниці значення кількості вантажних вагонів у залізничному составі, ваг.;  $N_d$  – кількість ділянок транспортної мережі у межах залізниці;  $L_{\text{д}j}$  – протяжність  $j$ -ої ділянки транспортної мережі, км;  $\lambda_j^t$  – інтенсивність руху вантажних составів на  $j$ -ій ділянці транспортної мережі у  $t$ -ому періоді, од./год.

Виробничими ресурсами вантажних станцій ДП «Придніпровська залізниця», які забезпечують обробку вагонопотоку, є маневрові локомотиви, вантажно-розвантажувальні механізми і засоби механізації та автоматизації сортувальних робіт. Кількість засобів механізації та автоматизації сортувальних робіт визначається на основі кількісних характеристик вторинного попиту на послуги вантажних станцій – потреб, які виникають у процесі обслуговування вхідного вагонопотоку на станціях. При цьому задоволення первинного попиту забезпечується за рахунок переміщення вагонів по території станції та їх обслуговування на вантажних фронтах. Таким чином можна стверджувати, що для вантажних станцій кількість засобів механізації та автоматизації сортувальних робіт

на станціях функціонально залежить від кількості вагонів, які подають на переробку, а це означає – від кількості маневрових локомотивів та вантажно-розвантажувальних машин.

Зазначені залежності дозволяють стверджувати, що числові характеристики виробничих ресурсів залізниці є аргументами функцій еластичності капіталовкладень  $\varepsilon_{\text{рес}}$ ,  $\varepsilon_{\text{ек}}$  і  $\varepsilon_{\text{як}}$ :

$$\begin{cases} \varepsilon_{\text{рес}} = f(\mathbf{N}_1, \mathbf{N}_g), \\ \varepsilon_{\text{ек}} = f(\mathbf{N}_1, \mathbf{N}_g), \\ \varepsilon_{\text{як}} = f(\mathbf{N}_1, \mathbf{N}_g), \end{cases} \quad (16)$$

де  $\mathbf{N}_1$ ,  $\mathbf{N}_g$  – вектори кількості маневрових локомотивів та вантажно-розвантажувальних машин на вантажних станціях залізниці відповідно:

$$\begin{aligned} \mathbf{N}_1 &= |N_{11} \ N_{12} \ \dots \ N_{1N_c}|, \\ \mathbf{N}_g &= |N_{g1} \ N_{g2} \ \dots \ N_{gN_c}|. \end{aligned} \quad (17)$$

Із сукупності функціональних залежностей (16) числові характеристики виробничих ресурсів можуть бути виражені через відповідні протилежні функції:

$$\begin{cases} \mathbf{N}_1 = \varphi(\varepsilon_{\text{рес}}), \mathbf{N}_g = \psi(\varepsilon_{\text{рес}}), \\ \mathbf{N}_1 = \varphi(\varepsilon_{\text{ек}}), \mathbf{N}_g = \psi(\varepsilon_{\text{ек}}), \\ \mathbf{N}_1 = \varphi(\varepsilon_{\text{як}}), \mathbf{N}_g = \psi(\varepsilon_{\text{як}}), \end{cases} \quad (18)$$

де  $\varphi(\cdot)$ ,  $\psi(\cdot)$  – функціональні залежності векторів кількості маневрових локомотивів та вантажно-розвантажувальних машин від значень функцій еластичності капіталовкладень відповідно.

Оскільки значення елементів векторів  $\mathbf{N}_1$  та  $\mathbf{N}_g$  повинно бути однаковим для сукупності функцій (17), то під час розв'язання задачі забезпечення найбільш ефективного варіанта сталого розвитку ДП «Придніпровська залізниця» необхідно враховувати систему таких пар обмежень:

$$\begin{cases} \varphi(\varepsilon_{\text{рес}}) = \varphi(\varepsilon_{\text{ек}}), \psi(\varepsilon_{\text{рес}}) = \psi(\varepsilon_{\text{ек}}), \\ \varphi(\varepsilon_{\text{рес}}) = \varphi(\varepsilon_{\text{як}}), \psi(\varepsilon_{\text{рес}}) = \psi(\varepsilon_{\text{як}}), \\ \varphi(\varepsilon_{\text{ек}}) = \varphi(\varepsilon_{\text{як}}), \psi(\varepsilon_{\text{ек}}) = \psi(\varepsilon_{\text{як}}). \end{cases} \quad (19)$$

## ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ

Система обмежень (19) використовується при оптимізації цільової функції задачі (4) відносно векторів виробничих ресурсів  $N_l$  та  $N_g$ .

Оптимізація цільової функції (4) відносно змінних  $\delta_{\text{рес}}$ ,  $\delta_{\text{ек}}$ ,  $\delta_{\text{соц}}$  та  $\delta_{\text{як}}$  (визначення розподілу фінансових ресурсів за напрямками сталого розвитку) повинно здійснюватися з урахуванням сукупності обмежень по нижній ненульовій межі змінних.

З урахуванням обмеження (5) система обмежень для розв'язання задачі оптимального розподілу грошових коштів, які виділяються на забезпечення сталого розвитку ДП «Придніпровська залізниця», виглядає таким чином:

$$\begin{cases} \delta_{\text{рес}} + \delta_{\text{ек}} + \delta_{\text{соц}} + \delta_{\text{як}} = 1, \\ \delta_{\text{рес}} \geq \delta_{\text{рес}}^{\min}, \\ \delta_{\text{ек}} \geq \delta_{\text{ек}}^{\min}, \\ \delta_{\text{соц}} \geq \delta_{\text{соц}}^{\min}, \\ \delta_{\text{як}} \geq \delta_{\text{як}}^{\min}, \end{cases} \quad (20)$$

де  $\delta_i^{\min}$  – встановлена нижня межа частки грошових відрахувань на забезпечення  $i$ -ого напрямку сталого розвитку ДП «Придніпровська залізниця».

### Результати

Таким чином у вказаній постановці задачу (4) з обмеженнями (20) можна віднести до класу задач лінійного програмування.

У загальному вигляді задача лінійного програмування визначається як максимізація цільової функції  $F$  за наявності обмежень, які виражені системою нерівностей:

$$F = \mathbf{c}^T \cdot \mathbf{x} \rightarrow \max : \mathbf{A} \cdot \mathbf{x} \leq \mathbf{b}, \forall \mathbf{x} \geq 0, \quad (21)$$

де  $\mathbf{c}$  – вектор цільових елементів;  $\mathbf{x}$  – вектор керуючих змінних;  $\mathbf{A}$  – матриця системи обмежень;  $\mathbf{b}$  – вектор системи обмежень.

Вектор цільових елементів у задачі оптимального розподілу капіталовкладень на забезпечення сталого розвитку є набором числових значень функцій еластичності капіталовкладень  $\varepsilon_{\text{рес}}$ ,  $\varepsilon_{\text{ек}}$ ,  $\varepsilon_{\text{соц}}$  та  $\varepsilon_{\text{як}}$ , які визначаються для невідомих векторів  $N_l$  та  $N_g$ :

$$\mathbf{c} = \left| \varepsilon_{\text{рес}} \quad \varepsilon_{\text{ек}} \quad 1 \quad \varepsilon_{\text{як}} \right| \quad (22)$$

Як керуючі змінні при цьому виступають значення часток грошових коштів за напрямками:

$$\mathbf{x} = \left| \delta_{\text{рес}} \quad \delta_{\text{ек}} \quad \delta_{\text{соц}} \quad \delta_{\text{як}} \right|.$$

У вигляді  $\mathbf{A} \cdot \mathbf{x} \leq \mathbf{b}$  систему обмежень (20) можна представити наступним чином:

$$\begin{cases} \delta_{\text{рес}} + \delta_{\text{ек}} + \delta_{\text{соц}} + \delta_{\text{як}} \leq 1, \\ -\delta_{\text{рес}} - \delta_{\text{ек}} - \delta_{\text{соц}} - \delta_{\text{як}} \leq -1 \\ -\delta_{\text{рес}} \geq -\delta_{\text{рес}}^{\min}, \\ -\delta_{\text{ек}} \geq -\delta_{\text{ек}}^{\min}, \\ -\delta_{\text{соц}} \geq -\delta_{\text{соц}}^{\min}, \\ -\delta_{\text{як}} \geq -\delta_{\text{як}}^{\min}. \end{cases} \quad (23)$$

Таким чином, матриця системи обмежень  $\mathbf{A}$  та вектор  $\mathbf{b}$  для задачі, яка розглядається, набуває такого вигляду:

$$\mathbf{A} = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{vmatrix}, \mathbf{b} = \begin{vmatrix} 1 \\ -1 \\ -\delta_{\text{рес}}^{\min} \\ -\delta_{\text{ек}}^{\min} \\ -\delta_{\text{соц}}^{\min} \\ -\delta_{\text{як}}^{\min} \end{vmatrix}. \quad (24)$$

Отже, розв'язання задачі оптимального розподілу капіталовкладень на забезпечення сталого розвитку ДП «Придніпровська залізниця» у приведеній постановці здійснюється симплекс-методом та дозволяє забезпечити такий варіант розвитку залізниці, під час реалізації якого функціонування ДП «Придніпровська залізниця» характеризується максимальним значенням інтегрального показника ефективності.

### Наукова новизна та практична значимість

В роботі було розглянуто та запропоновано новий підхід до визначення оптимального розподілу капіталовкладень для забезпечення сталого розвитку ДП «Придніпровська залізниця».

Структурна реформа залізничного транспорту України, яка здійснюється у цей час, вимагає у найкоротші терміни розв'язання задач

## ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ

з підвищення ефективності роботи галузі. Запропонований алгоритм розподілу капіталовкладень дозволить забезпечити такий варіант розвитку ДП «Придніпровська залізниця», реалізація якого призведе до підвищення ефективності функціонування залізниці, що, в свою чергу, позитивно відобразатиметься на роботі залізничного транспорту в цілому.

## Висновки

Реформування залізничного транспорту повинно здійснюватися з урахуванням потреби комплексного розвитку, який можливий за рахунок концепції сталого розвитку. Тому розподіл капіталовкладень на забезпечення сталого розвитку має дуже важливе значення. Запропонований підхід до забезпечення фінансування сталого розвитку створено на підставі концепції сталого розвитку та зосереджено на достатньому об'ємі фінансових коштів та забезпеченні їх повного використання за напрямками.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бараш, Ю. С. Роль залізничного транспорту України в забезпеченні сталого розвитку суспільства / Ю. С. Бараш, І. П. Корженевич // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2008. – Вип. 24 – С. 201–206.
2. Зоріна, О. І. Фактори підвищення рівня соціально-економічного розвитку підприємств залізничного транспорту / О. І. Зоріна // Вісн. економіки трансп. і пром-сті. – Харків, 2014. – Вип. 45. – С. 73–78.
3. Економічна оцінка стану з безпеки руху поїздів [Електронний ресурс] / В. В. Шевченко, О. М. Пшінько, С. В. Мямлін, Д. М. Козаченко // Економіка трансп. комплексу. – 2010. – Вип. 15. – С. 114–124. – Режим доступу: [http://nb-uv.gov.ua/j-pdf/ektk\\_2010\\_15\\_14.pdf](http://nb-uv.gov.ua/j-pdf/ektk_2010_15_14.pdf). – Назва з екрана. – Перевірено : 25.03.2015.
4. Комплексная программа реализации на национальном уровне решений, принятых на Всемирном саммите по устойчивому развитию на 2003–2015 гг. [Електронний ресурс] : офіц. текст : [утвержден. пост. Каб. Министров Украины от 26 апр. 2003 г. № 634]. – Режим доступу: <http://www.rada.kiev.ua>. – Назва з екрана. – Перевірено : 11.03.2015.
5. Концепція переходу України до сталого розвитку (проект) від 2 червня 2006 № 355 «Про підготовку проекту Концепції переходу України до сталого розвитку» // Вісн. НАН України. – 2007. – № 2. – С.14–44.
6. Кузина, Е. Л. Эколого-экономическая стратегия устойчивого развития системы железнодорожного транспорта : моногр. / Е. Л. Кузина. – Ростов на Дону : РГСУ, 2009. – 150 с.
7. Ломотько, Д. В. Метод оцінки та відбору нечіткої інформації при формуванні систем підтримки прийняття рішень у підрозділах залізниць / Д. В. Ломотько // Інформ.-керуючі системи на залізн. трансп. – 2007. – № 2. – С. 3–9.
8. Макаренко, М. В. Підвищення ефективності функціонування залізниць / М. В. Макаренко, О. В. Левченко, М. М. Сергієнко // Зб. наук. пр. КУЕТТ. Сер. «Економіка і управління». – 2003. – Вип. 4. – С. 60–63.
9. Позднякова, Л. А. Новые подходы к проблеме управления эксплуатационными расходами грузовых перевозок железнодорожного транспорта / Л. А. Позднякова, В. И. Куделя // Вісн. економіки трансп. і пром-ті. – 2005. – № 9–10. – С. 183–189.
10. Про Концепцію сталого розвитку населених пунктів [Електронний ресурс] : Постанова Верховної Ради України від 24.12.1999 р. № 1359-XIV. – Режим доступу: <http://www.rada.kiev.ua>. – Назва з екрана. – Перевірено : 11.03.2015.
11. Системний економічний підхід до безпеки руху поїздів / В. В. Шевченко, О. М. Пшінько, С. В. Мямлін, Д. М. Козаченко // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2009. – Вип. 26. – С. 236–238.
12. Стасишен, М. С. Проблеми сталого економічного розвитку залізничного транспорту України [Електронний ресурс] / М. С. Стасишен, О. В. Ярмоліцька // Сучасні тенденції розвитку наук. думки. – Режим доступу: <http://gisar.eu/tu/node/243>. – Назва з екрана. – Перевірено : 11.03.2015.
13. Транспортна стратегія України на період до 2020 року [Електронний ресурс] : Розпорядження Каб. Міністрів України від 20 жов. 2010 № 2174. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua>. – Назва з екрана. – Перевірено 11.03.2015.
14. Харченко, О. И. Новые направления повышения эффективности функционирования подразделений железнодорожного транспорта с позиции устойчивого развития / О. И. Харченко // Наука та прогрес трансп. Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. – 2014. – № 4 (52). – С. 52–59.
15. Харченко, О. І. Формування системи показників сталого розвитку підрозділів залізничного трансп.



## ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ

- порту / О. І. Харченко // Залізн. трансп. України. – 2015. – № 1. – С. 18–21.
16. Чеховська, М. М. Механізм організаційно-економічного розвитку залізничного транспорту України : моногр. / М. М. Чеховська // Держ. екон.-технол. ун-т трансп. – Київ : Кондор, 2012. – 249 с.
  17. Lazaroiu, G. C. Scheduling for Sustainable Urban Development in Italy [Електронний ресурс] / G. C. Lazaroiu, M. Longo, M. Roscia // Research J. of Applied Sciences, Engineering and Technology. – 2014. – Vol. 7. – Iss. 12. – P. 2463–2468. – Режим доступу: <http://www.maxwellsci.com/jp/abst-ract-1.php?jid=RJASET&no=418&abs=11>. – Назва з екрана. – Перевірено : 11.03.2015.
  18. Mogila, V. The use of biofuel on the railway transport [Електронний ресурс] / V. Mogila, I. Vasyliiev, E. Nozhenko // Transport Problems: an Intern. Scientific J. – 2012. – Vol. 7. – Iss. 1 – P. 21–26. – Режим доступу: [http://www.transportprob-blems.pdsl.pl/pl/-Archiwum/2012/zeszyt1/2012t7z1\\_02.pdf](http://www.transportprob-blems.pdsl.pl/pl/-Archiwum/2012/zeszyt1/2012t7z1_02.pdf). – Назва з екрана. – Перевірено : 11.03.2015.
  19. Szász, T. The sustainable development [Електронний ресурс] / T. Szász // Debreceni Muszaki Kozlemenyek. – 2010. № 1. – P. 31–42. – Режим доступу: [http://www.eng.unideb.hu/user-dir/dmk-docs/20101/0\\_1\\_04.pdf](http://www.eng.unideb.hu/user-dir/dmk-docs/20101/0_1_04.pdf). – Назва з екрана. – Перевірено : 11.03.2015.

О. И. ХАРЧЕНКО<sup>1\*</sup>

<sup>1\*</sup>Каф. «Управление эксплуатационной работой», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепропетровск, Украина, 49010, тел. +38 (056) 776 85 95, эл. почта kharchenko-o@mail.ru, ORCID 0000-0003-2068-0640

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КАПИТАЛОВЛОЖЕНИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

**Цель.** Теоретическому и практическому вопросу устойчивого развития железнодорожного транспорта с каждым годом уделяется все больше внимания, но на сегодняшний день мало изучены механизмы финансового обеспечения этого явления. Поэтому целью данной статьи является определение оптимального распределения капиталовложений для обеспечения устойчивого развития железных дорог на примере Государственного предприятия «Приднепровская железная дорога» и создание предусловий для разработки математической модели. **Методика.** Задача обеспечения устойчивого развития железной дороги решается на основе интегрального показателя эффективности устойчивого развития и определяется как максимизация этого критерия. Для повышения значений составляющих интегрального критерия эффективности предлагается проводить оптимизационные мероприятия технологического характера. Это такие мероприятия как: оптимизация количества поездных и маневровых локомотивов, оптимизация мощности погрузо-разгрузочных механизмов и других средств механизации технологических процессов; оптимизация маршрутов доставки грузов в рамках транспортной сети железной дороги. С этой же целью предлагается проводить мероприятия технического характера: модернизация путей сообщения в рамках железной дороги в направлении их электрификации; модернизация ходовой части и сцепных устройств подвижного состава с целью снижения уровня шумовых воздействий на окружающую среду. **Результаты.** В работе определено оптимальное распределение капиталовложений для обеспечения устойчивого развития Государственного предприятия «Приднепровская железная дорога». Это позволяет обеспечивать такой вариант развития железной дороги, при реализации которого функционирование Государственного предприятия «Приднепровская железная дорога» характеризуется максимальным значением интегрального показателя эффективности. **Научная новизна.** В работе был рассмотрен и предложен новый подход к определению оптимального распределения капиталовложений для обеспечения устойчивого развития железных дорог. **Практическая значимость.** Структурная реформа железнодорожного транспорта Украины требует в кратчайшие сроки решения задач по повышению эффективности работы отрасли. Предложенный алгоритм распределения капиталовложений позволит обеспечить такой вариант развития Государственного предприятия «Приднепровская железная дорога», реализация которого приведет к повышению эффективности функционирования железной дороги, что, в свою очередь, положительно отобразится на работе отрасли в целом.

**Ключевые слова:** устойчивое развитие; железнодорожный транспорт; повышение эффективности; функционирование железнодорожного транспорта; финансовое обеспечение

O. I. KHARCHENKO<sup>1\*</sup>

<sup>1\*</sup>Dep. «Management of Operational Work», Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Lazaryan St., 2, Dnipropetrovsk, Ukraine, 49010, e-mail kharchenko-o@mail.ru, ORCID 0000-0003-2068-0640

## DETERMINATION OF THE OPTIMAL CAPITAL INVESTMENTS TO ENSURE THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE RAILWAY

**Purpose.** Every year more attention is paid for the theoretical and practical issue of sustainable development of railway transport. But today the mechanisms of financial support of this development are poorly understood. Therefore, the aim of this article is to determine the optimal investment allocation to ensure sustainable development of the railway transport on the example of State Enterprise «Prydniprovsk Railway» and the creation of preconditions for the mathematical model development. **Methodology.** The ensuring task for sustainable development of railway transport is solved on the basis of the integral indicator of sustainable development effectiveness and defined as the maximization of this criterion. The optimization of measures technological and technical characters are proposed to carry out for increasing values of the integral performance measure components. To the optimization activities of technological nature that enhance the performance criteria belongs: optimization of the number of train and shunting locomotives, optimization of power handling mechanisms at the stations, optimization of routes of train flows. The activities related to the technical nature include: modernization of railways in the direction of their electrification and modernization of the running gear and coupler drawbars of rolling stock, as well as means of separators mechanization at stations to reduce noise impacts on the environment. **Findings.** The work resulted in the optimal allocation of investments to ensure the sustainable development of railway transportation of State Enterprise «Prydniprovsk Railway». This allows providing such kind of railway development when functioning of State Enterprise «Prydniprovsk Railway» is characterized by a maximum value of the integral indicator of efficiency. **Originality.** The work was reviewed and the new approach was proposed to determine the optimal allocation of capital investments to ensure sustainable development of the State Enterprise «Prydniprovsk Railway». **Practical value.** Structural reform of Ukrainian railway transport demands to solve problems to improve the efficiency of the industry in the shortest time. The proposed algorithm of investment allocation provides for such a directorate development, the implementation of which will lead to increase of functioning efficiency of the railway transportation directorate, which in turn will positively affect on the industry as a whole.

**Keywords:** sustainable development; railway transport; efficiency increase; functioning of rail transport; financial support; railway transport directorate

### REFERENCES

1. Barash Yu.S., Korzhenevych I.P. Rol zaliznychnoho transportu Ukrainy v zabezpechenni staloho rozvytku suspilstva [The role of railway transport in the sustainable development of society]. *Visnyk Dnipropetrovskoho natsionalnoho universitetu zaliznychnoho transportu imeni akademika V. Lazaryana* [Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan], 2008, issue 24, pp. 201-206.
2. Zorina O.I. Faktory pidvyshchennia rivnia sotsialno-ekonomichnoho rozvytku pidpriemstv zaliznychnoho transportu [Level enhancing factors of the social and economic development of the railway transport enterprises]. *Visnyk ekonomiky transportu i promyslovosti* [Bulletin of Transport Economics and Industry], 2014, issue 45, pp. 73-78.
3. Shevchenko V.V., Pshinko O.M., Myamlin S.V., Kozachenko D.M. Ekonomichna otsinka stanu z bezpeky rukhu poizdiv [Economic assessment of the trains movement safety]. *Ekonomika transportnoho kompleksu – The economy of the Transport Complex*, 2010, issue 15, pp. 114-124. Available at: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/ektk\\_2010\\_15\\_14.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/ektk_2010_15_14.pdf) (Accessed 25 March 2015).
4. Kompleksnaya programma realizatsii na natsionalnom urovne resheniy, prinyatykh na Vsemirnom sammite po ustoychivomu razvitiyu na 2003 – 2015 gg. [A comprehensive program of national implementation of the decisions adopted at the World Summit on Sustainable Development for 2003 – 2015]. Available at: <http://www.rada.kiev.ua> (Accessed 11 March 2015).
5. Kontseptsiia perekhodu Ukrainy do staloho rozvytku [The concept of Ukraine transition to sustainable development]. *Visnyk natsionalnoi akademii nauk Ukrainy – Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine*, 2007, no. 2, pp. 14-44.
6. Kuzina E.L. *Ekologo-ekonomicheskaya strategiya ustoychivogo razvitiya sistemy zheleznodorozhnogo transporta* [Ecological and economic sustainable development strategy of railway transport system]. Rostov-on-Don, RGSU Publ., 2009. 150 p.

## ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ

7. Lomotko D.V. Metod otsinky ta vidboru nechitkoi informatsii pry formuvanni system pidtrymky pryiniattia rishen u pidrozdilakh zaliznyts [Method of evaluation and selection of fuzzy information in the formation of decision-making systems support in departments of railways]. *Informatsiino-keruiuchi systemy na zaliznychnomu transporti – Information and control systems on the railway transport*, 2007, no. 2, pp. 3-9.
8. Makarenko M.V., Levchenko O.V., Serhiienko M.M. Pidvyshchennia efektyvnosti funktsionuvannia zaliznyts [The increasing of railways effective functioning]. *Zbirnyk naukovykh prats KUETT, seriia «Ekonomika i Upravlinnia»* [Proc. of Kyiv University of Economics and Technology. Series «Economics and Management»], 2003, issue 4, pp. 60-63.
9. Pozdnyakova L.A., Kudelya V.I. Novyye podkhody k probleme upravleniya ekspluatatsionnymi raskhodami gruzovykh perevozk zheleznodorozhnogo transporta [New approaches to manage operating expenses on cargo transportations of railway transport]. *Visnyk ekonomiky transportu i promyslovosti – Bulletin of Transport Economy and Industry*, 2005, no. 9-10, pp. 183-189.
10. *Pro Kontseptsiuu staloho rozvytku naselenykh punktiv* [About the concept of sustainable human settlements development]. Available at: <http://www.rada.kiev.ua> (Accepted 11 March 2015).
11. Shevchenko V.V., Pshinko O.M., Myamlin S.V., Kozachenko D.M. Systemnyi ekonomichniy pidkhid do bezpeky rukhu poizdiv [A systematic economic approach to the safe movement of trains]. *Visnyk Dnipropetrovskoho natsionalnoho universitetu zaliznychnoho transportu imeni akademika V. Lazariana* [Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan], 2009, issue 26, pp. 236-238.
12. Stasyshen M.S., Yarmolitska O.V. Problemy staloho ekonomichnoho rozvytku zaliznychnoho transportu Ukrainy [The problem of sustainable economic development of Ukrainian railway transport]. *Suchasni tendentsii rozvytku naukovoï dumky – Modern trends in the development of scientific thought*. Available at: <http://gisap.eu/ru/node/243> (Accessed 11 March 2015).
13. *Transportna stratehiia Ukrainy na period do 2020 roku* [The transport strategy of Ukraine for the period till 2020 y.]. Available at: <http://zakon.rada.gov.ua> (Accessed 11 March 2015).
14. Kharchenko O.I. Novyye napravleniya povysheniya effektivnosti funktsionirovaniya podrazdeleniya zheleznodorozhnogo transporta s pozitsii ustoychivogo razvitiya [Research of approaches to increase the efficiency of functioning of railway transport subdivisions from the point of view of sustainable development]. *Nauka ta prohres transportu. Visnyk Dnipropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu – Science and Transport Progress. Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport*, 2014, no. 4 (52), pp. 52-59.
15. Kharchenko O.I. Formuvannia systemy pokaznykiv staloho rozvytku pidrozdiliv zaliznychnoho transportu [The formation of an indicators system for sustainable development of railway transport units]. *Zaliznychnyi transport Ukrainy – Ukrainian Railway Transport*, 2015, no. 1, pp. 18-21.
16. Chekhovska M.M. *Mekhanizm orhanizatsiino-ekonomichnoho rozvytku zaliznychnoho transportu Ukrainy*. [The mechanism of organizational and economic development of Ukrainian railway transport]. Kyiv, Kondor Publ., 2012. 249 p.
17. Lazaroiu G.C., Longo M., Roscia M. Scheduling for Sustainable Urban Development in Italy. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 2014, vol. 7, issue 12, pp. 2463-2468 Available at: <http://www.maxwellsci.com/jp/abstract.php?jid=RJASET&no=418&abs=11> (Accessed 11 March 2015).
18. Mogila V., Vasyliiev I., Nozhenko E. The use of biofuel on the railway transport. *Transport Problems: an Intern. Scientific Journal*. 2012, vol. 7, issue 1, pp. 21-26. Available at: [http://www.transport-problems.pdsl.pl/pl/Archiwum/2012/zeszyt1/2012t7z1\\_02.pdf](http://www.transport-problems.pdsl.pl/pl/Archiwum/2012/zeszyt1/2012t7z1_02.pdf) (Accessed 11 March 2015).
19. Szász T. The sustainable development. *Debreceni Muszaki Kozlemenyek*. 2010, no. 1, pp. 31-42. Available at: [http://www.eng.unideb.hu/userdir/dmk/docs/20101/0\\_1\\_04.pdf](http://www.eng.unideb.hu/userdir/dmk/docs/20101/0_1_04.pdf) (Accessed 11 March 2015).

Стаття рекомендована до публікації д.т.н., проф. Д. М. Козаченком (Україна); д.т.н. В. С. Наумовим (Україна)

Надійшла до редколегії 25.02.2015  
Прийнята до друку 13.04.2015