

## ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ (273)

---

УДК 656.025.4

### ВПЛИВ ПОДОВЖЕННЯ «ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ» ЛОКОМОТИВІВ НА ВВП КРАЇНИ ТА ЕКОНОМІКУ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ГАЛУЗІ

Д-р техн. наук С. В. Панченко, канд. екон. наук Є. І. Балака,  
кандидати техн. наук В. В. Панченко, М. Є. Резуненко

### IMPACT OF EXTENDING THE «LIFE CYCLE» OF LOCOMOTIVES ON THE COUNTRY'S GDP AND THE ECONOMY OF THE RAILWAY INDUSTRY

Dr. Sc. (Tech.) S. Panchenko, Cand. of Economical Sc. Ye. Balaka,  
Cand. of Technical Sc. V. Panchenko, M. Rezunenko

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.200.2022.262696>

*Анотація.* У статті розглянуто економічний аспект причинно-наслідкового зв'язку між подовженням «життєвого циклу» локомотивів і зростанням валового внутрішнього продукту (ВВП) країни. Наведено результати досліджень впливу збільшення обсягів вантажних перевезень за рахунок модернізації діючого локомотивного парку на національну макроекономіку. Обґрунтовано економічну доцільність цих інноваційних заходів для підвищення ефективності роботи залізничної галузі в умовах сьогодення.

*Ключові слова:* «життєвий цикл» локомотивів, обсяг вантажних перевезень, ВВП України, ефективність модернізації локомотивів.

*Abstract.* The article describes the economic aspect of the causal relationship between the extension of the «life cycle» of locomotives and the growth of the country's gross domestic product (GDP). It was determined that the main factor inhibiting the development of the railway is the lack of funds, which significantly affects the pace of renewal of the locomotive fleet, which can, in turn, cause the unstable operation of the railway infrastructure. The article examines and substantiates the expediency of using correlation-regression analysis methods to build an economic-mathematical model that adequately determines the impact of the increased volume of freight transportation on the value of the GDP of purchasing power parity (PPP) due to the extension of the «life cycle» of freight locomotives (macroeconomic aspect). We determined the dependence of the value of Ukrainian GDP of the PKS on the volume of freight transportation by domestic wheeled transport. It was established that in the situation under research more than 45 % of the total variability of the value of Ukrainian GDP of the PKS is explained by the change in the total volume of cargo transportation by rail and road transport. The economic interpretation of the model parameters allows us to state that an increase in the volume of freight transportation by 1 unit of cargo leads to an increase in the value of the GDP of the PKS of Ukraine by an average of \$ 0.0674. The use of the model suggested in the research made it possible to evaluate a prospective growth of the GDP of the PKS of Ukraine due to the increase in the volume of freight transportation by fifty locomotives. The extension of their service life by five years resulted in the amount of 8,893.7 thousand in US dollars, i.e. \$ 1778.3 thousand annually. The study of the economic attractiveness of the development and implementation of the domestic system for monitoring the technical condition of locomotives (industry-economic aspect) for the railway industry led to drawing a reasonable conclusion about the possibility of obtaining a

*significant increase in the efficiency of the railway. It was established that the development and implementation of domestic systems on fifty locomotives compared to the purchase of foreign-made analogues provides savings of more than 32.6 thousand US dollars.*

**Key words:** «life cycle» of locomotives, volume of freight transportation, GDP of Ukraine, efficiency of locomotive modernization.

**Вступ.** Однією з найважливіших проблем, що стоїть перед інфраструктурною складовою економіки України в наш час, є чітке та злагоджене функціонування транспортної системи. Насамперед це стосується залізничного транспорту, який здійснює понад 51 % загальнодержавного вантажообігу та залишається природним монополістом у перевезенні масових вантажів, більшість з яких має експортно-імпортне призначення і стратегічний характер: руда, метал, вугілля, паливно-мастильні матеріали, зерно, військові та контейнерні вантажі тощо.

Основна причина, що стримує сталий розвиток залізничної галузі, обумовлена дефіцитом фінансових ресурсів, який суттєво звужує можливості її технічного розвитку, і перш за все – оновлення рухомого складу. Найсуттєвішою проблемою в сучасних економіко-політичних умовах є забезпечення безперебійного функціонування локомотивного парку, про що переконливо свідчать офіційні дані АТ «Укрзалізниця» [1]. На сьогодні загальний парк локомотивів складає близько 3550 од., проте постійно експлуатується тільки 1680 од., тобто 47,3 %. При цьому за останні сім років експлуатаційний парк локомотивів скоротився на 415 од., що складає 19,8 %. Враховуючи, що фізичний знос локомотивів перевищує 90 %, можна стверджувати, що навіть оновлення локомотивного парку на 150–200 од. за рахунок імпорту не гарантує стабільної роботи залізниці.

У сучасних умовах ключовим завданням є впровадження комплексу технічних заходів з модернізації локомотивів, що дозволить подовжити їхній «життєвий цикл» і зменшить ризики нестабільної роботи залізничного транспорту. Пріоритетним напрямом таких

інноваційних рішень є облаштування локомотивів автоматизованою системою контролю їхнього технічного стану та оперативної діагностики причин виникнення позаштатних ситуацій.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питанням підвищення ефективності роботи залізничного транспорту України в умовах обмежених фінансових ресурсів галузі присвячено чисельні дослідження.

Так, у роботах [2, 3] запропоновано методи оптимізації складу вантажних поїздів в аспекті економічних інтересів як залізниці, так і вантажовласника. У роботі [4] обґрунтовується доцільність і можливість диверсифікації діяльності національної залізниці; [5] – запропоновано шляхи підвищення ступеня обґрунтованості управлінських рішень щодо використання рухомого складу. Питання підвищення ефективності роботи локомотивів розглянуто в роботі [6]. У роботі [7] розглянуто можливість використання вантажних вагонів різної форми власності та розроблено організаційно-технологічну модель управління парком вантажних вагонів з урахуванням пріоритетного обслуговування вантажовідправників і вантажоодержувачів. Питанням організації транспортно-логістичних кластерів на базі залізниці присвячена робота [8]. Проте питання ефективності подовження «життєвого циклу» локомотивів шляхом їхньої модернізації та впливу цих заходів на економіку країни та економічний стан залізничної галузі потребує більш глибокого дослідження.

**Визначення мети та завдання дослідження.** Метою статті є оприлюднення досліджень економічного характеру щодо причинно-наслідкового

взаємозв'язку між складовими ланцюга модернізація локомотивів → подовження їхнього «життєвого циклу» → збільшення обсягів вантажних перевезень → зростання ВВП країни. Результатом досліджень є обґрунтування доцільності розроблення та впровадження на магістральних локомотивах вантажного парку автоматизованої системи оперативного контролю їхнього технічного стану як з позиції макроекономічної вигоди, так і в аспекті можливого зростання ефективності роботи залізничної галузі.

**Основна частина дослідження.** *Вплив збільшення «життєвого циклу» локомотивів на економіку країни (макроекономічний аспект).* Поглиблення суспільного розподілу праці внаслідок стрімкого розвитку науково-технічного прогресу зумовило тісний взаємозв'язок між виробничою та невиробничою сферами економіки і відповідно між галузями в межах цих сфер. Цей взаємозв'язок проявляється у взаємодії та взаємозалежності функціонування галузей і їхніх структурних утворень – суб'єктів господарювання. Будь-яка зміна в окремій галузі сфери матеріального виробництва неодмінно впливає на стан інших галузей в обох сферах економіки, тобто змінює загальний економічний стан країни.

У світовій практиці прийнято, що найважливішим узагальнюючим показником економічного розвитку країн є валовий внутрішній продукт (ВВП), що характеризує загальну ринкову вартість усіх товарів і послуг кінцевого споживання (його було розроблено в 30-х рр. ХХ ст. в США лауреатом Нобелівської премії з економіки, випускником Харківського комерційного інституту Семеном Кузнецем і прийнято в Україні в 1990-х рр.).

Спираючись на вищесказане, можна стверджувати, що зміни в роботі транспортної галузі неодмінно впливають і на загальний стан економіки України, який проявляється в зміні показника ВВП. Логіка такого твердження полягає в тому, що показник ВВП, який відображує обсяг кінцевого споживання національного

продукту і у свою чергу є результатом діяльності виробничої сфери, а транспортне обслуговування є невід'ємним елементом як системи споживання, так і системи виробництва. Збільшення «життєвого циклу» локомотивів дасть можливість забезпечити більший обсяг вантажних перевезень залізницею, що призведе до ланцюгової реакції в інших галузях сфери матеріального виробництва та позитивно позначиться на величині ВВП.

Дослідження цього процесу проведено на основі побудови кореляційно-регресійної моделі та прогнозування подальшого зростання ВВП. Доцільність застосування методу економіко-математичного моделювання підтверджується адекватністю отриманих результатів при моделюванні та подальшому прогнозуванні обсягів пасажирських перевезень залізничним і автомобільним транспортом [9-11].

Особливість методичного підходу до прогнозування можливого зростання ВВП країни під впливом збільшення обсягів залізничних вантажних перевезень полягає в тому, що сама модель враховує загальний вплив на величину ВВП сукупного обсягу вантажних перевезень як залізницею так і автомобілями. У розрахунках прийнятий показник ВВП, визначений у доларах США з урахуванням паритету купівельної спроможності (ВВП ПКС), тобто він відображує співвідношення гривні та долара на основі цін на аналогічні товари в Україні та США. У подальшому визначалась можлива зміна ВВП ПКС тільки під впливом фактора збільшенні обсягів перевезення вантажів саме залізницею при збереженні різних інших умов (незмінність обсягів автомобільних перевезень). Інформаційною базою для кореляційно-регресійного моделювання впливу обсягів вантажних перевезень на величину ВВП ПКС України є статистичні дані щодо динаміки цих показників у період 2011–2020 рр. [12], наведені в табл. 1 (з урахуванням роботи залізниці в 2011–2014 рр. на всій території України).

Таблиця 1

## Показники ВВП ПКС і перевезення вантажів залізницею України

Показник	Рік									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ВВП ПКС України, млрд дол.	378,5	386,4	392,6	373,4	340,5	353,3	368,8	390,74	380,5	365,8
Перевезення вантажів залізничним та автомобільним транспортом України, млн т	1722	1717	1722	1517	1371	1429	1361	1528	1460	1261

Прогнозна оцінка зростання ВВП ПКС під впливом збільшення обсягів перевезень вантажів завдяки подовженню «життєвого циклу» локомотивів здійснювалась у такій послідовності:

а) з використанням кореляційно-регресійного аналізу визначено тісноту і спрямованість взаємозв'язку між сукупним обсягом вантажних перевезень обома видами наземного транспорту (залізничним та автомобільним) і величиною ВВП ПКС;

б) отримано регресійну економіко-математичну модель, що описує залежність величини ВВП ПКС від обсягів вантажного обслуговування вказаними видами транспорту;

в) на основі регресійної моделі визначено прогнозу оцінку зростання ВВП ПКС під впливом збільшення обсягів вантажу, що перевозитиметься залізницею при використанні модернізованих локомотивів з подовженим строком їхньої експлуатації.

У результаті кореляційно-регресійного аналізу отримано однофакторну економіко-математичну модель вигляду  $y = a + bx$ , яка визначає залежність величини ВВП ПКС від сукупних обсягів вантажних перевезень залізничним та автомобільним транспортом

$$y = 271,2702 + 0,06744x, \quad (1)$$

де  $y$  – величина річного ВВП ПКС;

$x$  – сукупний річний обсяг вантажних перевезень залізничним і автомобільним транспортом.

Кореляційно-регресійний аналіз показав, що збільшення обсягів перевезень ( $x$ ) на 1 од. вантажу призводить до зростання ВВП ПКС ( $y$ ) у середньому на 0,06744 од. в дол. США, тобто при зростанні обсягів перевезень ( $x$ ) на 100 % їхній вплив на величину ВВП ПКС ( $y$ ) складає 6,74 %. Зв'язок між показником обсягів вантажних перевезень ( $x$ ) і показником величини ВВП ПКС ( $y$ ), за критерієм Чеддока, є помітним і прямим ( $0,5 < r_{xy} = 0,673 < 0,7$ ).

Якість економіко-математичної моделі характеризується такими показниками:

- точність підбору рівняння моделі є середньою (коефіцієнт детермінації  $R^2 = 0.6732^2$ ), тобто тільки 45,29 % випадків зміни обсягів вантажних перевезень ( $x$ ) призводять до зміни обсягу ВВП ПКС ( $y$ ). Інші 54,71 % змін ВВП ПКС ( $y$ ) пояснюються сукупністю факторів, що не розглядаються в моделі, але мають відповідний вплив на економіку країни (ступінь впливу цих факторів може стати метою майбутніх досліджень);

- стандартна помилка ( $S$ ), що показує можливе максимальне відхилення розрахункового (змодельованого) значення обсягу ВВП ПКС ( $y$ ) від середнього

значення часового ряду за десять попередніх років, складає 12,99 млрд дол.;

- критерій Фішера ( $F$ ), що характеризує якість моделі, складає 6,623. Табличне значення критерію Фішера ( $F_{\text{табл}}$ ) складає 5,32.

Оскільки рахункове значення  $F > F_{\text{табл}}$  ( $6,623 > 5,32$ ), то це свідчить, що рівняння регресії є статистично значущим;

- ступінь значущості коефіцієнта регресії ( $b$ ), за критерієм Стьюдента, свідчить, що сукупний обсяг вантажних перевезень залізничним і автомобільним транспортом не має суттєвого впливу на величину ВВП ПКС країни, оскільки  $t_{\text{розр}} < t_{\text{крит}}$ .

Величина  $t_{\text{крит}} = 2.752$  за таблицею критичних точок розподілу Стьюдента, проте розрахункова величина ступеня значущості коефіцієнта кореляції ( $t_{\text{розр}}$ ) досягає лише величини 2,573;

- середня помилка апроксимації ( $A$ ), тобто середнє відхилення розрахункових значень кореляційно-регресійної моделі від фактичних даних десятих спостережень складає 2,59 %. Це свідчить про можливість використання моделі для кореляційно-регресійного аналізу.

Основні показники якості економіко-математичної моделі (1) наведено в табл. 2.

Таблиця 2  
Основні показники якості економіко-математичної моделі

Показник	Значення
Коефіцієнт детермінації ( $R^2$ )	0,4529
Середня помилка апроксимації ( $A$ )	2,59%
Стандартна помилка ( $S$ )	12,99
Критерій Фішера ( $F$ )	6,623

Отже, встановлено, що обсяг вантажних перевезень вітчизняним колісним транспортом (залізничним та автомобільним) хоч і не має вирішального впливу на формування ВВП ПКС України, проте вплив цього фактора має місце і його можна та доцільно враховувати. Особливого значення це набуває в умовах воєнного стану та блокування українських морських портів.

Спираючись на результати проведених досліджень, можна очікувати, що модернізація вантажних локомотивів (оснащення їх системою контролю технічного стану) дозволить продовжити тривалість їхнього «життєвого циклу» як мінімум на п'ять років. Практичні впровадження і випробування цієї системи дають підставу стверджувати про відносно невелику трудомісткість її встановлення на локомотиві. Відповідні розрахунки показали, що в короткий строк можна модернізувати п'ятдесят локомотивів

вантажного парку. Це забезпечить збільшення обсягів вантажних перевезень, що у свою чергу створить умови для отримання додаткового ВВП в масштабі країни.

З метою проведення цього дослідження визначено середньорічний обсяг перевезення вантажів одним локомотивом експлуатаційного парку та можливий приріст обсягів вантажних перевезень п'ятдесятьма модернізованими локомотивами за строк збільшення їхнього «життєвого циклу» на п'ять років і на цій підставі оцінено величину ВВП, яку можна додатково отримати.

Середньорічний обсяг перевезення вантажів одним локомотивом експлуатаційного парку визначено на основі даних робіт [1, 12], що наведено в табл. 3 (без урахування відповідних показників роботи залізниці в тимчасово окупованій АР

Крим і непідконтрольних районах Донецької та Луганської областей).

Розрахунки показують, що середньорічний обсяг перевезення вантажів одним локомотивом експлуатаційного парку складає  $527,5 \text{ тис. т} \left( \frac{2359000}{4472} \right)$ .  
Оскільки передбачається обладнати

системами контролю технічного стану п'ятдесят вантажних локомотивів, що забезпечить подовження їхнього «життєвого циклу» на п'ять років, то це дозволить збільшити обсяг перевезення вантажів за цей період на 131875 тис. т ( $527,5 * 50 * 5$ ).

Таблиця 3

Показники обсягів вантажних перевезень і робочого парку вантажних локомотивів

Показник	Рік						
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Обсяг вантажів, млн т	386	350	343	339	322	313	306
Кількість вантажних локомотивів експлуатаційного парку, од.	641	619	596	589	659	680	688

На підставі отриманих даних і економіко-математичної моделі, що описує вплив обсягів вантажних перевезень на ВВП ПКС, визначено величину додаткового ВВП ПКС України, яку можливо отримати за рівних інших умов протягом п'яти років у результаті модернізації визначеної кількості локомотивів, у розмірі 8893,7 тис. дол. США ( $0,06744 * 131875$ ), тобто 1778,3 тис. дол. щорічно (35,6 тис. дол. у розрахунку на один локомотив за рік).

За експертною оцінкою, сукупні одноразові витрати на розроблення і впровадження систем контролю технічного стану на п'ятдесят вантажних локомотивах складають 3500 тис. грн.

Слід зауважити, що експлуатація систем контролю технічного стану локомотивів не потребує поточних витрат на їх обслуговування. Виходячи з валютного курсу 28,6 грн за 1 дол. США, що передбачено Бюджетом України на 2022 р., загальна сума одноразових витрат складатиме 122,38 тис. дол. ( $3500000/28,6$ ). Таким чином, величина приросту ВВП ПКС в розрахунку на 1 дол. одноразових витрат за п'ять років експлуатації п'ятдесяти модернізованих локомотивів складе 72,67 дол. ( $8893,65/122,38$ ).

*Підвищення ефективності функціонування залізничної галузі внаслідок збільшення «життєвого циклу» локомотивів (галузево-економічний аспект).*  
Впровадження системи контролю технічного стану локомотивів дозволяє підвищити ефективність функціонування залізничної галузі в цілому за рахунок збільшення обсягів вантажних перевезень, зменшення позапланових поточних ремонтів локомотивів, економії валютних ресурсів на придбання закордонних аналогів системи контролю.

З метою оцінювання можливого підвищення ефективності залізничних вантажних перевезень визначено:

- величину приросту економічного ефекту від розроблення та серійного впровадження системи контролю технічного стану п'ятдесяти локомотивів вантажного парку протягом розрахункового періоду (п'ять років);
- строк повернення одноразових витрат на розроблення та впровадження цього інноваційного заходу;
- загальну рентабельність впровадження системи контролю технічного стану на п'ятдесяти вантажних локомотивах;

- ступінь валютної вигідності реалізації інноваційної пропозиції, за критерієм Бруно.

Величину приросту економічного ефекту визначено відповідно до загальноприйнятого у світовій практиці методу перевищення вартісної оцінки

результатів (доходів) ( $P_T$ ) від впровадження інноваційного заходу над вартісною оцінкою сукупних витрат на його реалізацію протягом розрахункового періоду ( $Z_T$ ) з урахуванням можливої зміни вартості грошей за цей період ( $\alpha_t$ ) [13-15], а саме

$$E_T = P_T - Z_T = \sum_{t=1}^n E_t \cdot \alpha_t = \sum_{t=1}^n (P_T - Z_T) \cdot \alpha_t, \quad (2)$$

де  $P_T$  – вартісна оцінка результатів заходу в році  $t$  розрахункового періоду;

$Z_t$  – вартісна оцінка сукупних витрат на реалізацію заходу в році  $t$  розрахункового періоду;

$k$  – кількість років розрахункового періоду.

Тривалість розрахункового періоду в п'ять років визначено експертним шляхом

виходячи з можливого продовження життєвого циклу локомотивів (фізичний знос яких на сьогодні перевищує 90 %), а також строку використання системи контролю їхнього технічного стану, що відповідає сучасним темпам морального старіння інформаційних технологій. Вихідні дані для оцінювання економічної ефективності розроблення та впровадження системи контролю технічного стану вантажних локомотивів наведено в табл. 4.

Таблиця 4

Вихідні дані для оцінювання економічної ефективності проекту

Показник	Величина показника
1	2
1. Кількість локомотивів, обладнаних системою контролю технічного стану, од.	50
2. Обсяг перевезення вантажів одним локомотивом у середньому за рік, тис. т	527,5
3. Доходи АТ «Укрзалізниця» від перевезення вантажів у розрахунку на 1 т, грн [13] *	212,48
4. Одноразові витрати на реалізацію проекту, у т. ч.:	
4.1. на науково-дослідні та конструкторські роботи, тис. грн;	500
4.2. обладнання системою контролю одного локомотива, тис. грн	60
5. Витрати АТ «Укрзалізниця» на перевезення 1 т вантажу, грн [13] *	176,17
6. Середня вартість одного поточного ремонту локомотива, тис. грн [14]	290
7. Середня кількість поточних ремонтів за рік одного локомотива протягом року, рем.	1,3
8. Можливе скорочення поточних ремонтів локомотивів, %	20
9. Ліквідаційне сальдо (залишкова вартість) системи контролю технічного стану локомотивів, тис. грн, – відсутнє	-
10. Річна дисконтна ставка українських банків за депозитними внесками, %	7
11. Річний рівень інфляційних очікувань, % **	5,5

Продовження табл. 4

1	2
12. Можливий ступінь ризику – низький, % збільшення інфляції ***	1
13. Кількість років розрахункового періоду, р.	5
14. Розрахунковий рік розрахункового періоду	перший
15. Вартість одиниці системи контролю технічного стану локомотивів закордонного виробництва в іноземній валюті (дол. США), тис. дол.	3,1

\* Питомі величини доходів і витрат визначено за даними Консолідованої фінансової звітності АТ «Укрзалізниця» і обсягом вантажних перевезень за 2020 р.

\*\* Річний рівень інфляційних очікувань протягом розрахункового періоду визначено на основі експертної оцінки виходячи з показників інфляції попередніх років і бюджету України 2022 р.

\*\*\* Можливий ступінь ризику оцінює вірогідність дострокового виходу з ладу систем контролю технічного стану модернізованих локомотивів.

Коефіцієнти, що визначають зміну вартості грошей у часі протягом розрахункового періоду ( $\alpha_t$ ), тобто приведення грошових потоків різних років реалізації проєкту до розрахункового (першого) року, визначено за формулою

$$\alpha_t = \frac{1}{[(1 + E)(1 + I + R)]^{t_p - t_k}}, \quad (3)$$

де  $E$  – річна ставка комерційних банків за депозитними внесками, %;

$I$  – щорічний рівень інфляції в період здійснення проєкту, %;

$R$  – можливий ступінь ризику, %;

$t_p$  – порядковий номер розрахункового року;

$t_k$  – порядковий номер того року, грошові потоки якого приводяться до розрахункового року.

Для кожного з п'яти років реалізації проєкту (розрахункового періоду) коефіцієнти дисконтування ( $\alpha_t$ ), тобто приведення грошових потоків майбутніх років до теперішньої вартості грошей

(першого року здійснення проєкту), складають

$$\alpha_1 = 1, \alpha_2 = 0,88, \alpha_3 = 0,77, \\ \alpha_4 = 0,68, \alpha_5 = 0,59.$$

Дані випробувань дозволяють дійти висновку, що впровадження системи технічного стану локомотивів дозволяє скоротити кількість поточних ремонтів на 20 %. Виходячи з цього кількість поточних ремонтів п'ятдесяти локомотивів, обладнаних відповідною системою, зменшиться щорічно на 13 од. ( $1,3 \cdot 50 \cdot 0,2$ ) (табл. 4).

Розрахунок приросту економічного ефекту АТ «Укрзалізниця» від розроблення та впровадження системи технічного стану вантажних локомотивів наведено в табл. 5.

Приріст економічного ефекту з урахуванням зміни вартості грошей у часі (приведення до першого року розрахункового періоду), який отримує АТ «Укрзалізниця» у разі впровадження системи контролю технічного стану п'ятдесяти вантажних локомотивів протягом п'яти років, складе 3765,50 млн грн.



Таблиця 5  
 Розрахунок економічного ефекту від розроблення та впровадження системи контролю технічного стану вантажних локомотивів

Показник	Рік розрахункового періоду					
	1	2	3	4	5	6
<i>Результати</i>						
1. Кількість локомотивів, обладнаних системою контролю технічного стану, од.	50	50	50	50	50	50
2. Обсяг перевезення вантажів одним локомотивом у середньому за рік, тис. т	527,5	527,5	527,5	527,5	527,5	527,5
3. Обсяг перевезення вантажів п'ятдесятьма локомотивами за рік, тис. т	26375	26375	26375	26375	26375	26375
4. Доходи АТ «Укрзалізниця» від перевезення вантажів у розрахунку на 1 т, грн	212,48	212,48	212,48	212,48	212,48	212,48
5. Доходи АТ «Укрзалізниця» від перевезення вантажів п'ятдесятьма локомотивами за рік, млн грн	5604,16	5604,16	5604,16	5604,16	5604,16	5604,16
<i>Витрати</i>						
6. Витрати на обладнання системою контролю одного локомотива, тис. грн	60	-	-	-	-	-
7. Одноразові витрати на реалізацію проекту, тис. грн, у т. ч.:	3500	-	-	-	-	-
7.1. на науково-дослідні та конструкторські роботи, тис. грн;	500	-	-	-	-	-
7.2. обладнання системою контролю п'ятдесяти локомотивів, тис. грн	3000	-	-	-	-	-
8. Витрати АТ «Укрзалізниця» на перевезення 1 т вантажу, тис. грн	176,17	176,17	176,17	176,17	176,17	176,17
9. Витрати АТ «Укрзалізниця» на перевезення вантажів п'ятдесятьма локомотивами за рік, млн грн	4646,48	4646,48	4646,48	4646,48	4646,48	4646,48
10. Середня вартість одного поточного ремонту локомотива, тис. грн	290	290	290	290	290	290
11. Скорочення поточних ремонтів п'ятдесятьма локомотивами в середньому за рік, од.	13	13	13	13	13	13
12. Зменшення витрат АТ «Укрзалізниця» на поточний ремонт п'ятдесяти локомотивів, млн грн	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
13. Разом витрати АТ «Укрзалізниця» (п. 7 + п. 9 - п. 12), млн грн	4646,18	4642,68	4642,68	4642,68	4642,68	4642,68
14. Приріст економічного ефекту (п. 5 - п. 13), млн грн	957,98	961,48	961,48	961,48	961,48	961,48
15. Коefіцієнт приведення до розрахункового року	1	0,88	0,77	0,68	0,59	0,59
16. Приріст економічного ефекту з урахування коefіцієнта приведення до розрахункового року, млн грн	957,98	846,10	740,36	653,81	567,27	567,27
17. Приріст економічного ефекту зростаючим підсумком, млн грн	957,98	1804,08	2544,42	3198,23	3765,50	3765,50

Строк повернення одноразових витрат на розроблення та впровадження визначеної системи (строк окупності одноразових витрат) визначається роком, коли величина сукупних результатів (доходів) за відрахуванням поточних витрат зрівняється або перевищить величину одноразових витрат з урахуванням зміни вартості грошей у часі, тобто виконується умова

$$\sum_{t=1}^n K_t \cdot \alpha_t \leq \sum_{t=1}^n (P_t - Z_{t,nom}) \cdot \alpha_t, \quad (4)$$

де  $K_t$  – одноразові витрати на реалізацію проєкту, грн;

$Z_{t,nom}$  – поточні витрати на реалізацію проєкту, грн.

З розрахунків видно (табл. 5, ряд. 17), що одноразові витрати на розроблення та впровадження визначеної системи в розмірі 3,5 млн грн повернуться в першому році реалізації проєкту.

Визначено величину загальної рентабельності впровадження системи контролю технічного стану п'ятдесяти вантажних локомотивів ( $P_{рент.заг.}$ ) за формулою

$$P_{рент.заг.} = \frac{\sum_{t=1}^n P_t \cdot \alpha_t}{\sum_{t=1}^n Z_t \cdot \alpha_t}. \quad (5)$$

Отже,

$$P_{рент.заг.} = \frac{5604,16 \cdot (1 + 0,88 + 0,77 + 0,68 + 0,59)}{4646,18 + 4642,68 \cdot (0,88 + 0,77 + 0,68 + 0,59)} = 1,21.$$

Розрахунок загальної рентабельності проєкту показує, що за розрахунковий період на 1 грн витрат в середньому припадає 1,21 грн доходу.

Визначено рівень валютної вигідності впровадження системи технічного стану локомотивів вітчизняного розроблення порівняно з іноземним аналогом, за критерієм Бруно ( $K_{бр}$ ), за формулою

$$K_{бр} = \left( \sum_{t=1}^n N \cdot C_B \cdot q_t \right) / \left( \sum_{t=1}^n Z_{t,odr} \right) \cdot \alpha_t, \quad (6)$$

де  $N$  – кількість систем контролю технічного стану локомотивів закордонного виробництва в році  $t$  розрахункового періоду, од.;

$C_B$  – вартість одиниці системи контролю технічного стану локомотивів закордонного виробництва в іноземній валюті в році  $t$  розрахункового періоду, дол. США;

$q_t$  – співвідношення величин національної та іноземної валют

(перевідний коефіцієнт) у році  $t$  розрахункового періоду;

$Z_{t,odr}$  – одноразові витрати систем контролю технічного стану локомотивів вітчизняного виробництва в році  $t$  розрахункового періоду, грн.

Вважається, що закупівля та впровадження систем контролю технічного стану локомотивів здійснюватиметься в першому році розрахункового періоду  $\alpha_t = 1$ .

Виходячи з цього рівень валютної вигідності впровадження системи контролю технічного стану локомотивів вітчизняного розроблення, за критерієм Бруно, складає

$$K_{бр} = \frac{3,1 \cdot 50 \cdot 28,6}{3500} \cdot 1 = 1,27.$$

Це дасть можливість отримати економію валюти в розмірі понад 32,6 тис. дол. США при курсі 28,6 грн за 1 дол. США ( $3,1 \cdot 50 - 3500/28,6$ ).

Оскільки показники загальної рентабельності проекту (1,21) і його валютної вигідності, за критерієм Бруно (1,27), більше одиниці, то це свідчить про економічну доцільність впровадження системи контролю технічного стану локомотивів.

**Висновки:**

1. Досліджено та обґрунтовано доцільність використання методів кореляційно-регресійного аналізу для побудови економіко-математичної моделі, що адекватно визначає вплив збільшення обсягів вантажних перевезень на величину ВВП ПКС за рахунок подовження «життєвого циклу» вантажних локомотивів (макроекономічний аспект). Визначено залежність величини ВВП ПКС України від обсягів вантажних перевезень вітчизняним колісним транспортом. Було обрано парну лінійну регресію та оцінено її параметри методом найменших квадратів. Статистична значущість рівняння перевірена за допомогою коефіцієнта детермінації та критерію Фішера. Встановлено, що в досліджуваній ситуації понад 45 % загальної варіабельності величини ВВП ПКС України пояснюється зміною загальних обсягів вантажних перевезень залізничним і автомобільним транспортом. Економічна інтерпретація параметрів моделі дозволяє визначити, що збільшення обсягів вантажних перевезень на 1 од. вантажу призводить до збільшення

величини ВВП ПКС України в середньому на 0,0674 од. в доларах США. Використання моделі (1) дало можливість отримати прогнозну оцінку зростання ВВП ПКС України за рахунок збільшення обсягів вантажних перевезень п'ятдесятьма локомотивами за умови подовження їхнього строку експлуатації на п'ять років в обсязі 8893,7 тис. дол. США, тобто 1778,3 тис. дол. щорічно.

2. Дослідження економічної привабливості для залізничної галузі розроблення та впровадження вітчизняної системи контролю технічного стану локомотивів (галузево-економічний аспект) дозволило зробити обґрунтований висновок щодо можливості отримання значного підвищення ефективності роботи залізниці. Це підтверджується такими прогнозними показниками: сукупний економічний ефект у результаті збільшення обсягів вантажних перевезень п'ятдесятьма локомотивами, обладнаних вітчизняними системами контролю їхнього технічного стану, за п'ять років очікується в розмірі 3765,50 млн грн у нинішній вартості грошей; загальна рентабельність цього інноваційного заходу складає 1,21 (доходи в 1,21 раза перевищує суму витрат); розроблення та впровадження вітчизняних систем на п'ятдесят локомотивах порівняно з закупками аналогів іноземного виробництва дасть економію понад 32,6 тис. дол. США ( $K_{\text{оп}} = 1,27$ ).

*Список використаних джерел*

1. Довідник основних показників роботи регіональних філій АТ «Українська залізниця» (2004-2019 роки). Київ, 2020. 39 с.
2. Ломотько Д. В., Балака Є. І., Резуненко М. Є. Визначення оптимальної кількості вагонів у маршрутних поїздах. *Залізничний транспорт України: наук.-практ. журн.* Київ, 2019. № 4. С. 4-12.
3. Ломотько Д. В., Балака Є. І., Резуненко М. Є. Логістичні підходи щодо оптимізації складу маршрутних поїздів в системі «вантажовласник – залізниця». *Залізничний транспорт України.* 2020. № 4. С. 3-11.
4. Концептуальні підходи до диверсифікації діяльності ПАТ «УКРЗАЛІЗНИЦЯ» / С. В. Панченко, Г. В. Ватуля, Є. І. Балака, Д. С. Лючков. *Українська залізниця.* 2018. № 9 (63). С. 15-19.

5. Lomotko D. V., Kovalov A. O., Koval'ova O. V. Formation of the fuzzy support system for decision-making on merchantability of rolling stock in its allocation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2015. T. 6. No. 3 (78). P. 11-17. URL: <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2015.54496>].
6. Butko T., Prokhorchenko A., Muzykin M. Improvement of methods for determining locomotive circulation patterns with regard to the technological features of car-stream flows. *East-European Journal of Advanced Technologies*. 2016. Vol. 5. No. 3. P. 47-55.
7. Данько Н. И., Ломотько Д. В., Кулешов В. В. Разработка организационно-технологической модели управления парком грузовых вагонов разной собственности. *Инновационный транспорт*. 2012. № 4 (5). С. 8-13.
8. Альошинський Є. С., Балака Є. І., Резуненко М. Є. Діалектика логістики і задачі сьогодення: кластеризація та підготовка фахівців. *Залізничний транспорт України*. Київ, 2016. № 3-4. С. 8-13.
9. Прогнозування обсягів пасажирських перевезень в дальньому залізничному сполученні на основі багатофакторного аналізу / Є. Балака, М. Резуненко, С. Резуненко, М. Попов. *Зб. наук. праць Укр. держ. ун-ту залізнич. трансп.* Харків: УкрДУЗТ, 2019. Вип. 185. С. 6-14.
10. Balaka Ye., Rezunenko M., Vdovychenko V. Comparative forecast of passenger transportation in long haul railway and long-distance bus service. *Automobile Transport*. No. 48. P. 54-63.
11. Тенденції розвитку залізничних перевезень в провідних країнах світу / Є. І. Балака, О. І. Зоріна, Н. М. Колесникова та ін. *Залізничний транспорт України*. 2000. № 1. С. 22-23.
12. Україна в цифрах 2014-2019 рр. Державна служба статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
13. Оцінка економічної доцільності інвестицій в інноваційні проекти на транспорті: навч. посіб. / Є. І. Балака, О. І. Зоріна, Н. М. Колесникова, І. М. Писаревський; за заг. ред. Є. І. Балаки. Харків: УкрДАЗТ, 2005. 210 с.
14. Бромвич М. Анализ экономической эффективности капитальных вложений: пер. с англ. Москва: ИНФРА-М, 1996. 432 с.
15. Верба В. А., Загородніх О. А. Проектний аналіз: підручник. Київ: КНЕУ, 2000. 322 с.

---

Панченко Сергій Володимирович, доктор технічних наук, професор кафедри автоматизації та комп'ютерного телекерування рухом поїздів Українського державного університету залізничного транспорту, м. Харків, Україна, ORCID iD: 0000-0002-7626-9933. Тел.: +380994886100. E-mail: [panchenko074@ukr.net](mailto:panchenko074@ukr.net).

Балака Євгеній Іванович, кандидат економічних наук, доцент кафедри транспортних систем та логістики Українського державного університету залізничного транспорту, м. Харків, Україна. ORCID iD: 0000-0002-0508-937X. Тел.: +380974541488. E-mail: [ev.balaka@gmail.com](mailto:ev.balaka@gmail.com).

Панченко Владислав Вадимович, кандидат технічних наук, доцент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки Українського державного університету залізничного транспорту, м. Харків, Україна. ORCID iD: 0000-0003-4822-7151. Тел.: +380661878961. E-mail: [vlad\\_panchenko@ukr.net](mailto:vlad_panchenko@ukr.net).

Резуненко Марина Євгенівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри вищої математики та фізики Українського державного університету залізничного транспорту, м. Харків, Україна. ORCID iD: 0000-0003-2073-5242. Тел.: +380974401096. E-mail: [Rezunenko@kart.edu](mailto:Rezunenko@kart.edu).

Panchenko Serhii, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Automation and Computer Telecontrol of Trains, Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine, ORCID iD: 0000-0002-7626-9933. Tel.: +380994886100. E-mail: [panchenko074@ukr.net](mailto:panchenko074@ukr.net).

Balaka Yevhenii, Candidate of Economical Sciences, Associate Professor, Department of Transport Systems and Logistics, Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine. ORCID iD: 0000-0002-0508-937X. Tel.: +380974541488. E-mail: [ev.balaka@gmail.com](mailto:ev.balaka@gmail.com).

---

Panchenko Vladyslav, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics, Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine. ORCID iD: 0000-0003-4822-7151. Tel. : +380661878961. E-mail: vlad\_panchenko@ukr.net.

Rezunenko Maryna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Higher Mathematics and Physics, Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine. ORCID iD: 0000-0003-2073-5242. Tel.: +380974401096. E-mail: Rezunenko@kart.edu.

Статтю прийнято 14.06.2022 р.