

А. І. Кузьменко, кандидат технічних наук,
старший викладач кафедри транспортних систем
та технологій Академії митної служби України

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СТАНЦІЙ СТИКУВАННЯ КОЛІЙ РІЗНОЇ ШИРИНИ ЗА РАХУНОК УПРОВАДЖЕННЯ ЛОГІСТИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Обґрунтовано можливі шляхи підвищення ефективності функціонування станцій стикування колій різної ширини за рахунок упровадження логістичних технологій у процеси обробки вагонопотоків. Запропоновано методика визначення раціонального часу перебування вагонів на цих станціях.

Обоснованы возможные пути повышения эффективности функционирования станций стыкования колей разной ширины за счет внедрения логистических технологий в процессы обработки вагонопотоков. Предложена методика определения рационального времени нахождения вагонов на этих станциях.

In this article substantiated the possible ways of increasing the effectiveness of the functioning of the stations of the butting of railroad lines with the different wheel track due to introduction of logistic technologies in the processes of treating feed wagons. The procedure of the determination of the rational time of the location of railroad cars at these stations was proposed.

Ключові слова. Логістичні технології, прикордонні станції, SUW-2000, перестановка візків вагонів, перевантаження вантажів.

Вступ. Актуальність прискорення пропуску вантажопотоків через прикордонні станції України та скорочення витрат на простой вагонів на них обумовлені необхідністю скорочення транспортних витрат в умовах переходу до ринкової економіки, необхідністю використання перевізних технологій, які поєднують відносно високу швидкість і помірну вартість доставки вантажів, загостренням конкуренції між підприємствами автомобільного і залізничного транспорту, в тому числі на міжнародних маршрутах, та іншими факторами. Для дослідження цього питання необхідно проаналізувати способи обслуговування вагонопотоків на прикордонних станціях і визначити оптимальні варіанти передачі вантажів з колії 1435 мм на колію 1520 мм у зворотному напрямку на підставі виконаної техніко-економічної оцінки технологій роботи станцій стикування колій різної ширини (ССКРШ).

Дане дослідження відповідає Концепції Державної програми реформування залізничного транспорту на 2008–2015 рр., затвердженої Кабінетом Міністрів України № 651 від 27.12.2006 р.; Стратегії розвитку залізничного транспорту на період до 2020 р., затвердженої Кабінетом Міністрів України № 1555-р від 16.12.2009 р.; Програмі створення і функціонування національної мережі міжнародних транспортних коридорів, затвердженій Постановою Кабінету Міністрів України від 30.03.1998 р. № 346; Директиві Європейського Парламенту та Ради 20002/16/ЄС від 19.03.2001 р. про взаємодію між транс'європейськими традиційними залізничними мережами.

Питанням визначення вартості простоїв вагонів на прикордонних залізничних станціях присвячено багато наукових праць [1–6]. У своїх дослідженнях вони не розглядали

© А. І. Кузьменко, 2013

можливості впровадження в технологічний процес роботи цих станцій новітніх логістичних технологій.

Таким чином, необхідне проведення техніко-економічного оцінювання результатів впровадження логістичних технологій у процеси обслуговування міжнародних вагонопотоків на станціях ССКРШ та визначення раціонального часу перебування вагонів на цих станціях.

Постановка завдання. Мета статті – визначити економічну ефективність впровадження логістичної технології в процес обробки вагонопотоків на станціях стикування колій різної ширини.

Результати дослідження. Для виконання завдання вибору оптимального варіанта передачі вантажів з колії 1435 на колію 1520 (перевантаження вантажів з вагонів однієї ширини колії у вагони іншої, заміна візків вагонів у пунктах переставлення або використання вагонів з автоматичними розсувними коліями-парами) пропонується для кожного варіанта визначити експлуатаційні витрати за загальноприйнятою технологією [7–10]. Береться до уваги, що капітальні вкладення однакові для наявної та запропонованої технологій. Якщо один варіант потребує більших капіталовкладень за менших витрат на експлуатацію, то для порівняння визначається термін, протягом якого різниця в капіталовкладеннях окупиться за рахунок економії від експлуатаційних витрат. Розрахунок вартісних нормативів потребує трудомісткої роботи з добору інформації та її обробки. Оскільки залізнична станція – це складний комплекс взаємозалежних господарств, пропонується розраховувати величину нарахувань основних витрат, загальних для всіх галузей господарства, та загальногосподарських витрат за окремими господарствами [11]. У даній статті грошові показники розраховувались на підставі статистичних даних роботи Львівської залізниці. Вага та довжина поїздів бралася на основі протоколу прикордонного узгодження для станцій залізничного вузла.

Визначено вартість часу перебування вагонів з обраними вантажами у парку перевантажування вантажів (ППер), у пункті переставлення візків (ППВ) та в пункті розсуву колісних пар (ПРКП) на основі розрахунку експлуатаційних витрат. До експлуатаційних витрат під час перевантаження з вагона у вагон включено: витрати на утримання вагоноперекидача, перекачувальної естакади, пневматичної машини й кранів; витрати на підготовчі операції; вартість розвантажувально-навантажувальних робіт; утримання маневрових локомотивів; заробітну платню працівників ППер; витрати на електроенергію, що споживають розвантажувальні машини, тощо. Ці витрати залежать від обсягу перевезень за видами вантажів.

Величину вартісного нормативу станційних витрат на вагоно-годину перебування вагонів на ССКРШ під час перевантаження вагонів пропонується визначати так:

$$E_{\text{ваг-км}} = \frac{(1 - \alpha_{\text{вф}}) \times \sum E_{ij}^{\text{м}} \times K_i + \sum E_i^{\text{осн}} \times K_i + \sum E_i^{\text{вант}} \times K_i + \sum E_i^{\text{скл}} \times K_i + \beta \times \sum E_{\text{кол}}^{\text{ст}} \times K_i}{nT}, \quad (1)$$

де $\alpha_{\text{вф}}$ – частка роботи на вантажних фронтах (подавання, прибирання та розстановка вагонів) у загальному обсязі маневрових операцій. Для обраного способу $\alpha = 0,32$;

$E_{ij}^{\text{м}}$ – основні специфічні витрати з j -ї статті, пов'язаної з маневровою роботою господарства перевезень і локомотивного господарства;

$E_i^{\text{осн}}$ – основні специфічні витрати господарств: вагонного, перевезень, сигналізації та зв'язку, електрифікації та енергопостачання за статтями, зарахованими на вагоно-кілометр;

- $E_i^{\text{вант}}$ – основні специфічні витрати господарства вантажної та комерційної роботи на перевантаження вантажів з вагонів вузької колії у вагони широкої колії або навпаки;
- $E_i^{\text{скл}}$ – основні специфічні витрати господарства вантажної та комерційної роботи на тимчасове зберігання вантажів на складах, якщо перевантаження здійснюється не за прямим варіантом;
- $E_{\text{кол}}^{\text{ст}}$ – основні специфічні витрати з j -ї статті господарства колії відповідно у частці головних та станційних колій;
- β – питома вага умовно-постійних витрат у господарстві колії. У нашому випадку $\beta = 0,791$;
- K_i – коефіцієнт нарахувань основних загальних і загальногосподарських витрат в i -му господарстві;
- nT – значення вагоно-годин загального простою вантажних вагонів.

На підставі аналізу роботи станції Мостиська-П вважатимемо, що середній час перебування вагонів на ССКРШ під час перевантаження становитиме 8 год, а за умов упровадження логістичної технології цей час зменшиться до 7,7 год.

Для обох випадків у розрахунках припускається, що за добу перевантажується 8 складів по 40 вагонів кожний. Таким чином, для існуючої технології прийнято $nT = 926\,720$ вагоно-годин, а для запропонованої – $nT = 899\,360$ вагоно-годин.

За даними роботи Львівської залізниці за 2012 р. враховуються такі значення величин нарахувань (табл. 1).

Таблиця 1

Величина нарахувань витрат за окремими господарствами для перевантаження вагонів

Найменування господарства	Основні специфічні витрати за існуючим варіантом, тис. грн	Основні специфічні витрати за логістичною технологією, тис. грн	Коефіцієнт нарахування основних загальних та загальногосподарських витрат на основні специфічні
Перевезень	68 046	48 604	0,79
Локомотивне	584 321	417 372	0,36
Вантажної та комерційної роботи	57 682	22 861	0,66
-II- додатково на зберігання вантажів на складах	27 576	19 697	0,28
-II- додатково на перевантаження вагонів	34 719	24 799	0,32
Вагонне	453 119	323 656	0,19
Колійне	224 452	160 323	0,24
Сигналізації та зв'язку	81 376	58 125	0,45
Електрифікації та енергопостачання	66 301	47 358	0,5

Після підстановки числових значень у формулу (1) отримаємо, що для існуючої технології вартісний норматив станційних витрат на вагоно-годину перебування вагонів на ССКРШ становитиме 0,469 тис. грн, а за умов упровадження логістичної технології – 0,332 тис. грн. Так як початкові умови в обох випадках передбачають річне перевантаження 116 800 вагонів, то сумарні річні витрати на час перебування вагонів на ССКРШ для існуючої технології дорівнюватимуть 54 779 200 грн, а для раціональної – 38 750 000 грн, тобто економія річних експлуатаційних витрат становитиме близько 16 млн грн.

Аналогічно визначено експлуатаційні витрати для пункту заміни візків вантажних вагонів. Вони складаються з витрат на утримання та експлуатацію домкратів, козлових кранів та електронавантажувачів; маневрової роботи з вагонами, кузови яких переставляються на візки іншої колії; заробітної плати робітників ППВ; поточного утримання і ремонту візків вагонів колії 1520 та 1435 мм; утримання виробничих і службових приміщень; освітлення місць виробництва тощо.

Для визначення величини вартісного нормативу під час заміни візків вантажних вагонів формула (1) набуде такого вигляду:

$$E_{\text{ваг-км}} = \frac{(1 - \alpha_{\text{кз}}) \times \sum E_{\text{і}}^{\text{м}} \times K_i + \sum E_i^{\text{осн}} \times K_i + \sum E_i^{\text{сп}} \times K_i + \beta \times \sum E_{\text{кол}}^{\text{см}} \times K_i}{nT}, \quad (2)$$

де $\alpha_{\text{кз}}$ – частка роботи на коліях зміни колісних пар (подавання, прибирання та розстановка візків біля домкратів) у загальному обсязі маневрової роботи $\alpha = 0,23$;

$E_i^{\text{сп}}$ – основні специфічні витрати вагонного господарства у пункті зміни колісних пар.

$$\beta = 0,587.$$

Величини необхідних нарахувань за цим варіантом наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Величини нарахувань витрат за окремими господарствами для заміни візків вагонів

Найменування господарства	Основні специфічні витрати за існуючим варіантом, тис. грн	Основні специфічні витрати за логістичною технологією, тис. грн	Коефіцієнт нарахування основних загальних та загально-господарських витрат на основні специфічні
Перевезень	64 642	23 941	0,79
Локомотивне	334 017	123 710	0,36
Вантажної та комерційної роботи	48 715	18 043	0,66
Вагонне	312 812	115 856	0,19
-II- додатково у пункті заміни колісних пар	374 258	144 995	0,23
Колійне	182 113	67 449	0,24
Сигналізації та зв'язку	76 315	28 265	0,45
Електрифікації та енергопостачання	54 265	20 098	0,5

Вихідні дані щодо кількості вагонів, з якими виконуються операції зі зміни візків, такі ж самі, як і для технології перевантаження. Середній час перебування вагонів на ССКРШ під час зміни візків становить 2,5 год, а за умови впровадження логістичної технології цей час зменшиться до 2,3 год.

Після підстановки числових значень у формулу (2) отримуємо, що для існуючої технології вартісний норматив станційних витрат на вагоно-годину перебування вагонів на ССКРШ становитиме 0,439 тис. грн, а за умови впровадження логістичної технології – 0,165 тис. грн. Якщо за рік здійснюється перестановка на візки іншої колії 116 800 вагонів, то сумарні річні витрати на перебування вагонів на ССКРШ для існуючої технології дорівнюватимуть 51 275 200 грн, а для раціональної – 19 280 500 грн, тобто економія річних експлуатаційних витрат становитиме приблизно 32 млн грн.

Далі обчислюються експлуатаційні витрати на переведення вагонів з однієї колії на іншу за допомогою системи SUW-2000. Вони складаються з відрахувань на ремонт та амортизацію колійного станда, на амортизацію і ремонт колій, на утримання маневрових локомотивів і витрат, спричинених простоем вагонів у період перебування їх у пункті переходу з однієї колії на іншу, заробітну платню працівників ПРКП тощо.

Для визначення величини вартісного нормативу під час зміни відстані між гребенями колісних пар, використовуємо формулу (1):

$$E_{\text{ваг-км}} = \frac{(1 - \alpha_{\text{SUW}}) \times \sum E_{ij}^m \times K_i + \sum E_i^{\text{оч}} \times K_i + \sum E_{\text{SUW}}^{\text{кол}} \times K_i + \beta \times \sum E_{\text{ст}}^{\text{кол}} \times K_i}{nT}, \quad (3)$$

де α_{SUW} – частка роботи на стаціонарному пристрої SUW-2000 у загальному обсязі маневрових операцій. Її значення коливається від 0,15 до 0,27 залежно від прийнятої технології. Найменшого значення α_{SUW} SUW набуватиме в тому разі, коли цілий склад вантажного потягу обладнаний розсувними колісними парами, і маневри виконуються лише у межах колійного пристрою SUW-2000. Цей коефіцієнт збільшується, коли з якихось причин не відбулося розсування колісних пар (налипання бруду, криги, механічних поломок тощо) і потрібно виконати додаткові маневри. Найбільшого значення коефіцієнт набуває, коли необхідно зі складу прибулого потяга за допомогою певних маневрів вилучити вагони, обладнані розсувними колісними парами та доставити їх до колійного пристрою SUW. У розрахунках умовно приймаємо, що для обох випадків $\alpha_{\text{SUW}} = 0,2$.

$E_{\text{SUW}}^{\text{кол}}$ – основні специфічні витрати колійного господарства з утримання стаціонарного пристрою SUW.

Для існуючої та запропонованої технології умовно приймаємо, що питома вага умовно-постійних витрат господарства колії $\beta = 0,675$, а величина $E_i^{\text{оч}}$ включає в себе витрати вагонного господарства на технічне обслуговування вагонів з розсувними колісними парами та за необхідності, очищення їх від бруду тощо.

Зазначимо, що для технології розсування колісних пар за допомогою колійного станда SUW-2000 зникає потреба сортувати вагони за вантажними фронтами або перестановочними позиціями, дозволяючи значно скоротити витрати на маневрові пересування. А за умов спорудження очисних пристроїв на підходах до SUW-2000 не буде також витрат на маневрову роботу, викликану необхідністю повторного прогону складів через неспрацьовування фіксаторів колісних пар. Середній час перебування вагонів на ССКРШ під час прогону через систему SUW-2000 становить 1,5 год (з урахуванням часу обробки на коліях приймального та відправного парків та оформлення перевізних документів), а за умов упровадження логістичної технології цей час зменшиться до 1,4 год. Величини нарахувань за цим варіантом наведено в табл. 3.

**Величина нарахувань витрат за окремими господарствами
для обслуговування вагонів із розсувними колісними парами**

Найменування господарства	Основні специфічні витрати за існуючим варіантом, тис. грн	Основні специфічні витрати за логістичною технологією, тис. грн	Коефіцієнт нарахування основних загальних та загальногосподарських витрат на основні специфічні
Перевезень	52 874	33 046	0,79
Локомотивне	287 082	179 426	0,36
Вантажної та комерційної роботи	32 876	20 548	0,66
Вагонне	261 820	163 638	0,19
Колійне	121 034	7584	0,24
-II- додатково на утримання пристрою SUW	84 956	48 696	0,48
Сигналізації та зв'язку	76 315	47 697	0,45
Електрифікації та енергопостачання	54 265	33 916	0,5

Кількість вагонів, обладнаних розсувними колісними парами, така сама, як і для двох попередніх способів обслуговування вагонопотоків (тобто 8 складів по 40 вагонів у кожному на добу, що становитиме 116 800 вагонів на рік).

Після підстановки числових значень у формулу (3) отримаємо, що для існуючої технології вартісний норматив станційних витрат на вагоно-годину перебування вагонів на ССКРШ становитиме 0,334 тис. грн, а за умови впровадження логістичної технології – 0,223 тис. грн. При цьому сумарні річні витрати на час перебування вагонів на ССКРШ для існуючої технології дорівнюватимуть 39 011 200 грн, а для раціональної – 26 042 000 грн, тобто економія річних експлуатаційних витрат становитиме близько 13 млн грн.

Результати розрахунків для всіх трьох способів обслуговування вагонопотоків подано на рис. 1.

Слід зауважити, що вартість простоїв вагонів на ССКРШ залежить від кількості вантажів, що прямують у міжнародному сполученні. Дослідження змін вартості простоїв за збільшення річного обсягу перевезень проводилися на прикладі обробки вагонів з рудою, зерном і нафтопродуктами за умови впровадження логістичної технології.

Загальна вартість простою вагонів, зарахована до річного обсягу перевезень, визначається за формулою:

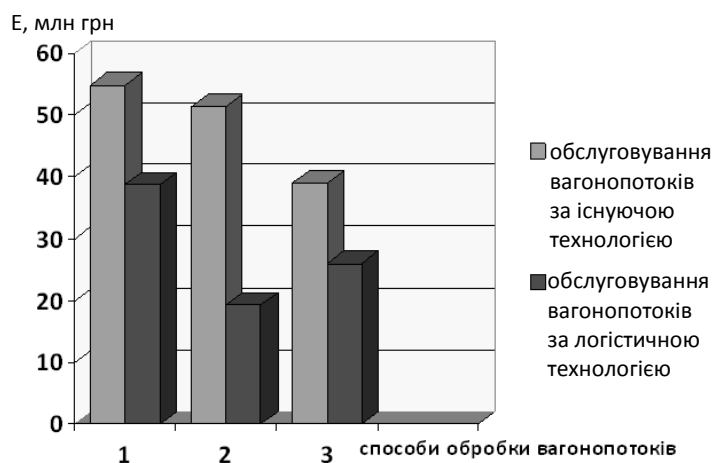
$$C = \frac{1 \times Nt\theta \times C_{\theta o}}{24 \times 365 \times \rho_{\theta}} Q, \quad (4)$$

де $Nt\theta$ – вагоно-години простою за відповідним варіантом;

$C_{\theta o}$ – вартість простою вагона за варіантами перевезень, грн/т;

ρ_{θ} – маса вантажу у вагоні, т/ваг;

Q – річний обсяг перевезень вантажів, тис. т/рік.



1 – перевантаження; 2 – переставлення візків; 3 – використання SUW-2000

Рис. 1. Аналіз економічної доцільності впровадження логістичної технології обслуговування вагонопотоків на ССКРШ

У табл. 4 подано результати розрахунків за формулою (4). Способи обробки вагонопотоків такі: 1 – перевантаження вантажів у ППер, 2 – заміна візків вантажних вагонів у ППВ, 3 – пропуск вагонів із розсувними колісними парами через систему SUW-2000. Вагоно-години приймалися за даними роботи Львівської залізниці з прогнозованими змінами за раціональними технологіями.

Таблиця 4

Величина вартості простою вагонів, зарахована до річного обсягу перевезень

Способи обробки вагонопотоків	Річний обсяг перевезень вантажів Q , тис. т										
	2	4	7	10	13	16	19	22	25	28	31
1	0,6	2,2	3,8	4,9	6,2	7,1	8,3	9,3	10,4	11,7	12,9
2	3,8	4,1	4,9	5,2	5,9	6,1	6,8	7,1	7,7	8,0	8,8
3	3,0	3,3	3,9	4,2	4,7	5,2	5,7	6,0	6,4	7,0	7,3

На підставі отриманих даних побудовано залежності загальної вартості простоїв на ССКРШ вагонів, з якими виконують операції щодо перевантаження або перестановки візків, які обладнані розсувними колісними парами, від річного обсягу перевезень. На рис. 2 подано зазначені залежності за умови реалізації логістичної технології.

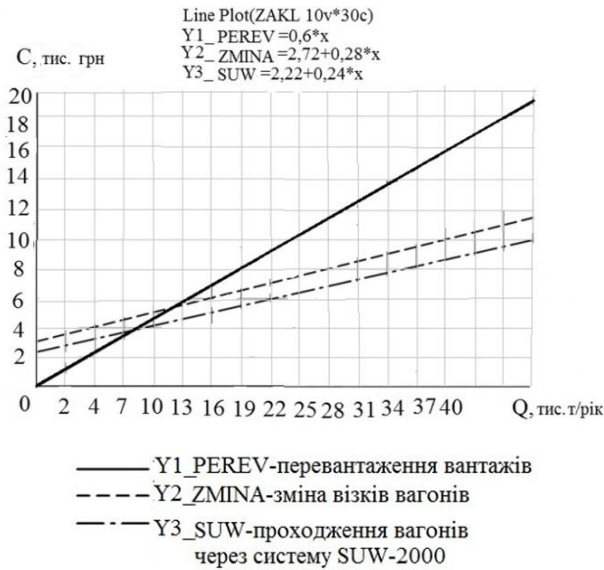


Рис. 2. Залежність вартості простоїв вагонів на ССКРШ від річного обсягу перевезень

На рис. 3 зображено порівняльні графіки залежності грошових витрат від часу перебування вагонів на прикордонній станції для існуючих технологій обслуговування вагонопотоків на ССКРШ та за умови впровадження логістичних технологій. Кожна лінія відповідає середнім значенням відповідних витрат для всіх трьох можливих технологій виконання переведення вагонопотоків з колії 1520 мм на колію 1435 мм та у зворотному напрямку.

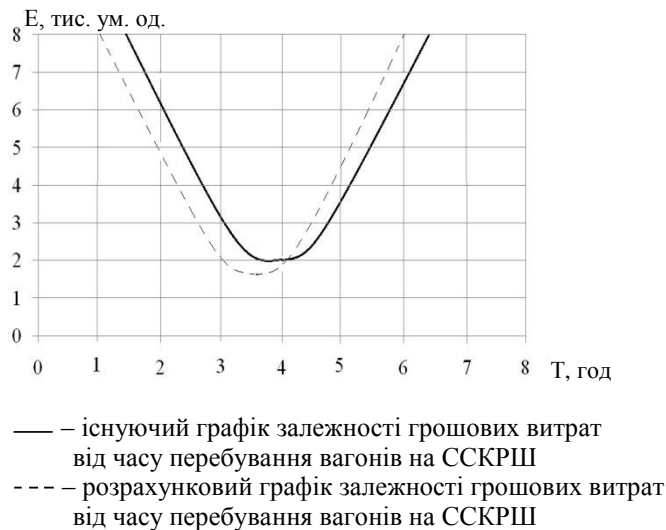


Рис. 3. Порівняльний аналіз залежності грошових витрат від часу перебування вагонів на ССКРШ

Аналіз наведених графіків дає підстави констатувати, що запропонований підхід дозволить зменшити час передавання вагонів приблизно на 18 %, а експлуатаційні витрати – на 11 %.

Висновки. Аналіз техніко-економічних досліджень свідчить, що оптимальний спосіб передавання вантажів на іншу колію залежить від обсягів, структури вагонопотоків і розмірів витрат на обробку вагонів. Основні способи передачі вантажів на іншу колію – перевантаження з вагонів однієї колії до вагонів іншої або заміна візків вантажних вагонів. Перевезення вантажів у вагонах з автоматичними розсувними колісними парами можна рекомендувати в замкнених маршрутах у межах оптимальної відстані. При цьому необхідно мати на увазі, що за умови збільшення обсягів перевезень за цією технологією вартість загальних витрат збільшиться через значний вплив вартості рухомого складу та необхідності побудови паралельних каналів обслуговування (SUW-2000).

Доведено, що за умов реалізації раціональної технології економія річних експлуатаційних витрат становитиме: для перевантажування вагонів – 16 млн грн, для перестановки візків вантажних вагонів – 32 млн грн, для технології з використанням вагонів із розсувними колісними парами та системи SUW-2000 – 13 млн грн.

Унаслідок порівняльного аналізу розрахунку вартісних нормативів для різних технологій обробки вагонів, що здійснюють міжнародні перевезення вантажів, вважаємо доцільним використання системи SUW-2000 для вантажних перевезень. Це не тільки допоможе зменшити час обробки вагонів на прикордонних станціях, а також покращити показники використання рухомого складу, але й зменшить собівартість перевезень у цілому, що визначає перспективи подальших розвідок у даному напрямку.

Література

1. Альошинський Є. С. Основи формування процесу міжнародних вантажних залізничних перевезень : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : спец. 05.22.01 / Є. С. Альошинський. – Х. : УкрДАЗТ, 2009. – 40 с.
2. Бауліна Г. С. Удосконалення роботи прикордонних передавальних станцій на основі автоматизованої технології управління вагонопотоками : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.22.01 / Г. С. Бауліна. – Х. : УкрДАЗТ, 2012. – 20 с.
3. Бутько Т. В. Інтелектуальні аспекти формування СППР оперативного персоналу прикордонних станцій / Т. В. Бутько, Г. С. Бауліна // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2009. – № 2. – С. 8–12.
4. Дьомін Ю. В. Шляхи розвитку міжнародних перевезень на основі безперевантажувальних технологій / Ю. В. Дьомін // Залізничний транспорт України. – 2009. – № 1. – С. 3–6.
5. Кіхтева Ю. В. Удосконалення функціонування інформаційної підсистеми прикордонних передавальних станцій : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.22.01 / Ю. В. Кіхтева. – Х. : УкрДАЗТ, 2010. – 20 с.
6. Обухова А. Л. Удосконалення технології функціонування передавальних залізничних станцій в умовах змішаних та інтермодальних перевезень : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.22.01 / А. Л. Обухова. – Х. : УкрДАЗТ, 2010. – 20 с.
7. Беленький М. Н. Экономика железнодорожного транспорта : учебник для вузов ж-д. трансп. / Беленький М. Н. – М. : Транспорт, 1985. – 438 с.
8. Белов И. В. Экономика железнодорожного транспорта : учеб. для вузов ж-д. трансп. / Белов И. В., Терешина Н. П., Галабурда В. Г. – М. : УМК МПС России, 2001. – 600 с.
9. Вергун О. Ф. Рекомендації з техніко-економічних розрахунків окремих показників експлуатаційної роботи залізниць : підручник / Вергун О. Ф., Липовець Н. В., Гаркуша Д. Ю. – К. : Транспорт України, 2002. – 64 с.
10. Смехова Н. Г. Себестоимость железнодорожных перевозок : учеб. для вузов ж-д. трансп. / Смехова Н. Г., Купоров А. И., Кожевников Ю. Н. – М. : Маршрут, 2003. – 494 с.
11. Кузьменко А. І. Дослідження впливу експлуатаційних факторів на економічні показники роботи транспортних засобів міжнародних вантажних перевезень / А. І. Кузьменко // Вісник Академії митної служби України. Серія : “Технічні науки”. – 2010. – № 1 (43). – С. 52–57.