

**ОРГАНІЗАЦІЯ ТА УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ  
ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

УДК 656.225:65.012.2

*Ломотько Д. В. , д.т.н. проф. (УкрДАЗТ)  
Голоколосов Д. О. , магістр (УкрДАЗТ)*

**УДОСКОНАЛЕННЯ ПІДХОДІВ ДО ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЖИМІВ  
РОБОТИ ВАНТАЖНИХ ФРОНТІВ В УМОВАХ ЗАВЕЗЕННЯ-  
ВИВОЗУ ВАНТАЖІВ**

Визначення раціонального технічного оснащення вантажних фронтів та складів ґрунтується на порівнянні різноманітних варіантів по техніко-економічних показниках. Для техніко-економічної оцінки варіантів технічного оснащення найбільш часто прийнято використовувати найбільш об'єктивний та узагальнюючий показник - приведені витрати, мінімум яких є критерієм оптимальності.

Важливою складовою сумарних є витрати, що пов'язані із заезенням-вивозом вантажів, тобто з вагоногодинами та автомобілегодинами очікування виконання вантажних операцій. Дослідження показують, що ці витрати зростають за наявності черги транспортних засобів [2]. Останні з'являються при випадковому характері надходження вагонів та автомобілів по часу та кількості, а також в наслідок значних коливань часу виконання вантажних операцій від середнього значення.

Визначення раціонального варіанту технічного оснащення вантажного фронту запропоновано здійснити за удосконаленою методикою розрахунків оптимальних параметрів роботи складів вантажного району, що запропоновано проф. Сміховим О. О. [1]. На відміну від відомої, у даному випадку враховано кількість автомобілів, що належать станції, та включено до цільової функції амортизаційні витрати та витрати на ремонт автомобілів, з урахуванням коефіцієнта ефективності капітальних вкладень.

Прийнята економічно-математична модель вантажного району для недетермінованого режиму його роботи в умовах оптимізації числа вантажно-розвантажувальних машин ( $Z$ ), числа подач ( $X$ ), часу роботи вантажного фронту ( $T$ ) та кількості автомобілів, що належать станції ( $M$ ):

$$R^* = \text{Arg min}[R(Z, X, T, M)] \quad (1)$$
$$R(Z, X, T, M) = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6 + C_7 + C_8 + C_9,$$

де  $C_1$  - витрати, пов'язані з амортизацією та ремонтом вантажно-розвантажувальних машин, з урахуванням коефіцієнта ефективності капітальних вкладень, грн.

$$C_1 = K_M * (\alpha + \gamma) * Z \quad ; \quad (2)$$

$K_M$  - вартість вантажно – розвантажувальних машин, грн. ;  
 $\alpha$  - річні відрахування на амортизацію вантажно – розвантажувальних машин;

$\gamma$  - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладів.

$C_2$  - витрати, пов'язані з вагоно-часами простою при навантаженні або розвантаженні вагонів, грн.

При надходженні вагонів на адресу вантажного фронту окремими групами:

$$C_2 = 365 * \frac{N^2 * q * a_6}{Z * X * P} \quad ; \quad (3)$$

$N$  - середньодобовий вагонообіг станції, ваг/добу;

$q$  - середнє статичне навантаження вагона, т/ваг. ;

$a_6$  - приведена вартість вагоно – год. , грн.;

$P$  - експлуатаційна продуктивність вантажно – розвантажувальних машин, т/год.

$C_3$  - витрати, пов'язані з простоем вагонів промислового підприємства при навантаженні та вивантаженні, грн.

На вантажний район станції вагони промислових підприємств не поступають тому  $C_3 = 0$ .

$C_4$  - витрати, пов'язані з подачею та прибиранням вагонів з вантажного фронту, грн.

При надходженні вагонів окремими групами та застосуванні пересувних вантажно-розвантажувальних машин

$$C_4 = 365 * X * t_m * a_l \quad ; \quad (4)$$

$t_m$  - витрати часу на подачу та прибирання вагонів до кожного складу, год. ;

$a_l$  - вартість локомотиво – год. , грн.

$C_5$  - витрати, пов'язані з очікуванням вагонами виконання вантажних операцій, обумовлені неповно добовою роботою вантажного фронту, грн.

$$C_5 = 365 * N * \tau_0 * a_e ; \quad (5)$$

$\tau_0$  - час очікування подачі вагонами, що поступають на станцію у періоди, коли вантажний фронт не працює, год.

$C_6$  - витрати на амортизацію та ремонт вантажно-розвантажувальних колій, грн.

При оснащенні вантажного фронту пересувними вантажно-розвантажувальними машинами

$$C_6 = (\alpha_n + \gamma) * \frac{N * l_e}{X} * K_n ; \quad (6)$$

$\alpha_n$  - річні відрахування на амортизацію, ремонт та утримання вантажно – розвантажувальної колії;

$l_e$  - довжина вагону, м;

$K_n$  - вартість спорудження одного погонного метру вантажно – розвантажувальної колії, грн./п. м.

$C_7$  - витрати, пов'язані з очікуванням вагонами вантажних операцій, грн.

$$C_7 = 365 * N * t_o * a_e , \quad (7)$$

$t_o$  - середній час очікування транспортними засобами вантажних операцій, год.

$C_8$  - витрати, пов'язані з очікуванням автомобілями вантажних операцій, грн.

$$C_8 = 365 * N_a * t_a * a_a \quad (8)$$

$N_a$  - розрахункові добові розміри навантаження та розвантаження в автомобілях;

$t_a$  - середній час на вантажні операції з автомобілями за час їх обороту, год.;

$a_a$  - вартість автомобіле – год. простою, грн.

$C_9$  - витрати, пов'язані з амортизацією та ремонтом автомобілів, що належать станції, з урахуванням коефіцієнта ефективності капітальних вкладень, грн.

$$C_9 = M * K_a * (\alpha_a + \gamma_a) \quad . \quad (9)$$

$K_a$  - вартість автомобілів, грн. ;

$\alpha_a$  - річні відрахування на амортизацію автомобілів, що належать станції;

$\gamma_a$  - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладів.

На кількість вантажно-розвантажувальних машин ( $Z$ ), кількість подач ( $X$ ), час роботи складу ( $T$ ) та кількість автомобілів, що належать станції ( $M$ ) накладаються обмеження, які визначаються експлуатаційними та економічними умовами

$$\begin{cases} Z_{\min} \leq Z \leq Z_{\max} \\ X_{\min} \leq X \leq X_{\max} \\ T_{\min} \leq T \leq 24 \\ M_{\min} \leq M \leq M_{\max} \end{cases} \quad , \quad (10)$$

При цьому  $Z$ ,  $X$  та  $M$  повинні приймати цілочисельні значення.

Кількість вантажно – розвантажувальних машин ( $Z$ ) має відповідати потрібній переробній спроможності фронту, яка визначається обсягами роботи.

Мінімальна кількість подач ( $X_{\min}$ ) визначається встановленою регулярністю обслуговування вантажного фронту або довжиною фронту, а максимальна кількість подач ( $X_{\max}$ ) – наявністю маневрових засобів.

Мінімальний час роботи вантажного фронту ( $T$ ) на вантажному районі зазвичай встановлюється не менш однієї зміни, а максимальне – 24 год.

Кількість автомобілів, що належать станції ( $M$ ) має відповідати об'єму роботи станції.

Розглянемо процес виконання вантажних операцій на прикладі станції Харків-Ліски. Аналізом результатів спостереження встановлено, що надходження транспортних засобів (вагонів та автомобілів) до складів вантажного району станції Харків-Ліски носить стохастичний характер, а час виконання вантажних операцій істотно змінюється відносно свого

середнього значення. Це обумовлено різною кількістю вагонів в подачах або різною вантажопідйомністю автомобілів. Результати цих розрахунків наведені в таблиці 1, де в порівнянні наведені існуючий та розрахунковий режими роботи складів по параметрах Z, X, T, M.

Таблиця 1. - Порівняння існуючого та розрахункового режимів роботи складів по параметрах Z, X, T, M.

Найменування вантажного фронту	Існуюче				Рекомендовано				Приведені витрати		
	Кількість подач, X	Кількість машин, Z	Час роботи, T	Кіл - ть автомобілів, M	Кількість подач, X	Кількість машин, Z	Час роботи, T	Кіл - ть автомобілів, M	Існуючі, тис. грн.	Після впровадження, тис. грн.	Економія, тис. грн.
Склад № 1	2	2	12	1	5	1	24	1	12484,882	11091,154	1393,728
Склад № 2	2	2	12	1	4	1	24	1	12760,481	11201,317	1559,163
Майданчик № 1	2	2	12	-	4	1	24	1	11446,961	10581,281	865,680
Майд. метало-брухту	2	2	12	-	2	1	16	1	10984,623	10251,704	732,919
Контейнерний майданчик	2	2	12	2	4	1	24	1	36932,314	10605,793	26326,522

У розрахунок технічного оснащення естакад згідно з діючими нормативами [3] також внесені зміни, а саме: запропоновано оптимізувати число вантажно – розвантажувальних машин.

Економіко-математична модель вантажного фронту прийнята для умов оптимізації кількості вантажно-розвантажувальних машин (Z), числа подач (X) та довжини вантажного фронту (L):

$$R^* = \text{Arg min}[R(Z, X, L)]; \quad R(Z, X, L) = C_1 + C_2 + C_3 \quad (11)$$

де  $C_1$  - витрати, пов'язані з амортизацією та ремонтом вантажно-розвантажувальних машин, з урахуванням коефіцієнта ефективності капітальних вкладень, грн.

$$C_1 = K_m * (\alpha + \gamma) * Z \quad ; \quad (12)$$

$C_2$  - витрати, пов'язані з затратами маневрових засобів на подачу та прибирання вагонів у вантажного фронту, грн.

$$C_2 = 365 * t_m * (a_n + N * a_e) * X \quad ; \quad (13)$$

$C_3$  - витрати, пов'язані з утриманням, ремонтом вантажно-розвантажувальних колій, грн.

$$C_3 = \frac{N * l_e * K_n * (\alpha_n + \gamma) + 4380 * N * a_e}{X} \quad ; \quad (14)$$

Довжина вантажного фронту для оптимізує мого числа подач визначалась по формулі

$$L = \frac{N * l_e}{X} + l_n \quad \text{м.} \quad (15)$$

$l_n$  - довжина локомотива, м.

Результати перевірки методики шляхом розрахунків технічного оснащення естакад станції Харків-Ліски наведені в таблиці 2.

Використання запропонованих підходів в цілому для вантажного району станції Харків-Ліски показує, що загальний економічний ефект складе 41581,153 тис. грн. на рік. Це свідчить про ефективність запропонованих заходів, що обґрунтовано за допомогою удосконалених методик розрахунку режимів роботи вантажних фронтів в умовах завезення-вивозу вантажів.

Таблиця 2. - Результати перевірки методики шляхом розрахунків технічного оснащення естакад станції Харків-Ліски .

Найменування вантажного фронту	Існуюче			Рекомендовано			Приведені витрати		
	Кількість подач, X	Кількість машин, Z	Довжина фронту L, м	Кількість подач, X	Кількість машин, Z	Довжина фронту L, м	Існуючі, тис. грн.	Після впровадження, тис. грн.	Економія, тис. грн.
Естакада № 1	3	2	290	8	1	254	6537,456	6029,187	508,269
Естакада № 2	2	3	263	8	2	227	23052,365	12857,491	10194,874

**Список літератури**

- 1.Смехов А.А. Математические модели процессов грузовой работы. – М.: Транспорт, 1982. – 256 с.
- 2.Ломотько Д.В. О моделировании взаимодействия железнодорожного и автомобильного транспорта при завозе-вывозе грузов. // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте №1, 2000. - с. 85-89.
- 3.Правила перевезення вантажів залізничним транспортом України. Ч.1.2.- К.: ТОВ «Видавничий дім «САМ», 2004.