

## РОЗДІЛ 2 ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 658.13.073

### МЕТОДИКА ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СКЛАДУ В ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНІЙ ПІДСИСТЕМІ ЛОГІСТИЧНОГО УТВОРЕННЯ

Сумець О.М., канд. техн. наук, доцент, Кравцов А.Г., ст. викладач, Біляєва  
О.С. викладач

*(Харківський національний технічний університет сільського господарства  
імені Петра Василенка)*

*У статті описана методика оцінки ефективності функціонування складу, який є ключовою ланкою транспортно-логістичної підсистеми логістичного утворення будь-якого рівня.*

**Постановка проблеми.** Склад – це складне технічна споруда, що складається з численних взаємозалежних елементів, має визначену структуру і виконує ряд функцій по перетворенню матеріальних потоків, а також нагромадженню, переробці й розподілу вантажів між споживачами [5]. При цьому різноманіття параметрів, технологічних і об'ємно-планувальних рішень, конструкцій устаткування й характеристик різноманітної номенклатури вантажів, що переробляються на складах, відносить склади до складних систем. У той же час склад сам є лише елементом транспортно-логістичної підсистеми логістичного утворення більш високого рівня – логістичної системи підприємства або, в кінцевому виразі, логістичного ланцюга поставок. І, як стверджують фахівці, саме склад виступає в якості ключової ланки у структурі будь-якого логістичного утворення [1–15].

Приналежність складу до того чи іншого логістичного утворення формує основні технічні вимоги до складської системи, встановлює цілі та критерії її оптимального функціонування, диктує умови переробки вантажу. А за умови організування у межах ланцюга поставок транспортно-логістичної підсистеми вельми важливим є визначення ефективності функціонування складу, оскільки від злагодженої роботи останнього залежить своєчасне виконання логістичних активностей і досягнення логістичної мети.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Для складання методики оцінки ефективності функціонування складу, який є ключовою ланкою транспортно-логістичної підсистеми логістичного утворення приймемо за основу рекомендації, що опубліковані в роботах [1, 5, 7, 10, 12, 13 і ін.].

Процес відпрацювання методики буде базуватися на синтезі методик, алгоритмів і процедур оцінки ефективності функціонування складу й логістичного процесу, що здійснюється на складі, що описані у роботах [1, 5, 7,

10, 12, 13 і ін.]. В основу методики оцінки ефективності функціонування складу в транспортно-логістичній підсистемі логістичного утворення (ТЛСЛУ) покладена методика, що запропонована в публікації [14].

**Метою дослідження** є створення узагальненої методики оцінки ефективності функціонування складу.

**Результати дослідження.** Методику оцінки ефективності функціонування складу можна подати у вигляді послідовно виконуваних кроків розрахунку параметрів (критеріїв) функціонування складу ТЛСЛУ (рис. 1).

Крок 1. Розрахунок критеріїв, що характеризують ефективність використання складських площ.

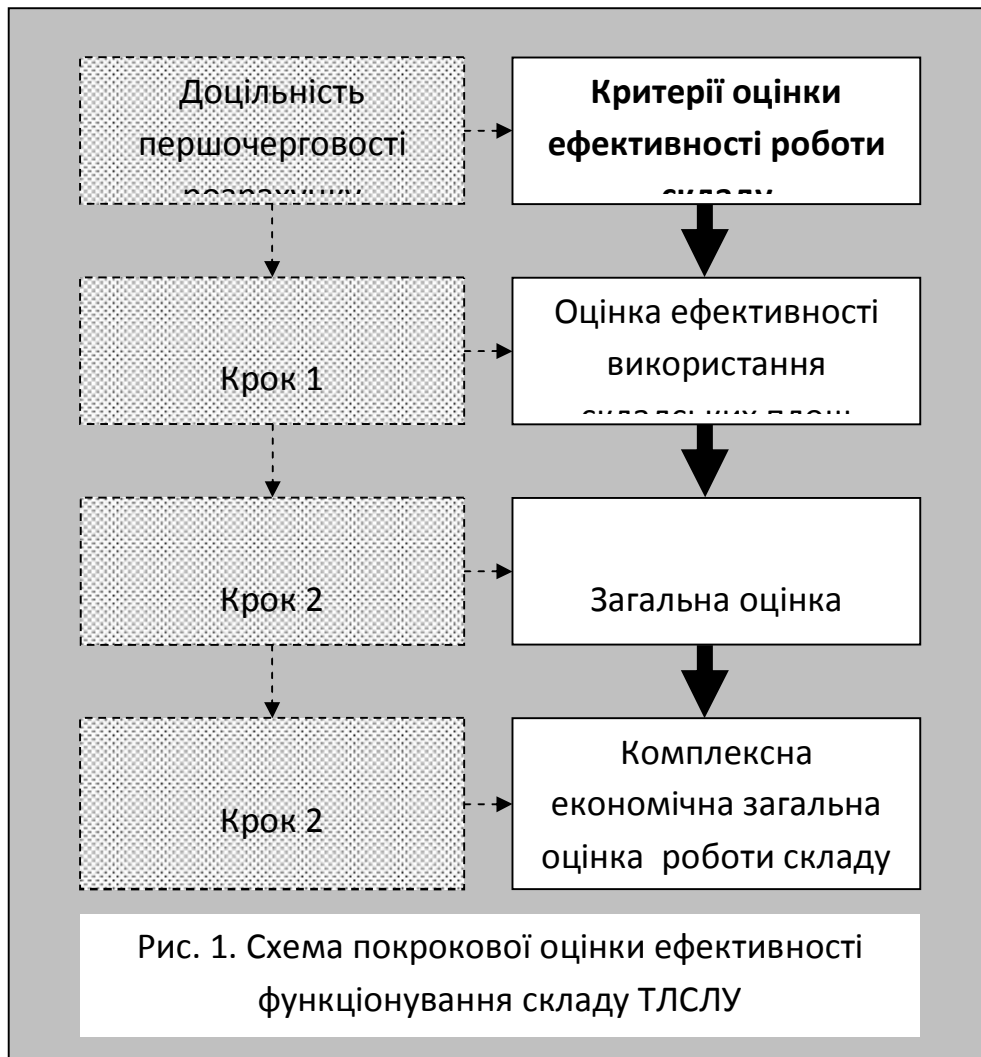
1. Коефіцієнт використання площі складу ТЛСЛУ ( $K_{пл}$ ) характеризує повноту використання складських приміщень за площею та розраховується за формулою:

$$K_{пл} = \frac{S_{ВИК.}}{S_{ЗАГ.}}, \quad (1)$$

де  $S_{ВИК.}$  – площа складів, що використовується для зберігання матеріальних ресурсів,  $m^2$ ;

$S_{ЗАГ.}$  – загальна площа складів складу,  $m^2$ .

За умови, коли оцінка ефективності функціонування здійснюється для реального складу, то значення показників  $S_{ВИК.}$  і  $S_{ЗАГ.}$  приймаються фактично з проектної документації.



За умови проектування або перепроєктування складу його загальна площа визначається за наступною формулою:

$$S_{\text{ЗАГ.}} = S_{\text{КОР}} + S_{\text{ПР}} + S_{\text{СЛ}} + S_{\text{ДОП}} \quad (2)$$

або

$$S_{\text{ЗАГ.}} = S_{\text{ВАНТ.}} + S_{\text{ДОП.}} + S_{\text{ПР}} + S_{\text{КМ}} + S_{\text{Р.М.}} + S_{\text{П.Е.}} + S_{\text{В.Е.}} + S_{\text{М.С.}}, \quad (3)$$

де  $S_{\text{ВАНТ.}}$  – вантажна (основна) площа складу, тобто площа складу ТЛСЛУ, передбачена безпосередньо для зберігання товарів (площі стелажів, штабелів та інших пристроїв для зберігання товарів),  $\text{м}^2$ ;

$S_{\text{ДОП.}}$  – допоміжна площа складу, яка зайнята проїздами та проходами,  $\text{м}^2$ ;

$S_{\text{ПР}}$  – площа ділянки приймання,  $\text{м}^2$ ;

$S_{\text{КМ}}$  – площа ділянки комплектування,  $\text{м}^2$ ;

$S_{\text{Р.М.}}$  – площа робочих місць, тобто площа в приміщеннях складів, яка відведена для оснащення робочих місць складських працівників,  $\text{м}^2$ ;

$S_{\text{П.Е.}}$  – площа приймальної експедиції складу,  $\text{м}^2$ ;

$S_{\text{В.Е.}}$  – площа відправної експедиції складу,  $\text{м}^2$ ;

$S_{\text{М.С.}}$  – площа міжстелажних проїздів складу,  $\text{м}^2$ ;

Корисна площа складу  $S_{КОР.}$  може бути визначена на підставі розрахунку навантаження на  $1\text{ м}^2$  площі підлоги і коефіцієнта заповненого об'єму.

Спосіб навантаження на  $1\text{ м}^2$  площі підлоги є найбільш вигідним та простим. При цьому корисна площа розраховується за формулою:

$$S_{КОР.} = \frac{Q_{ЗАП.}}{G}, \quad (4)$$

де  $Q_{ЗАП.}$  – величина встановленого запасу матеріалу на складі, т;

$G$  – навантаження на  $1\text{ м}^2$  площі підлоги, т.

За допомогою коефіцієнта заповнення об'єму (ємності) будь-якого обладнання для зберігання матеріалів і виробів (стелажі, штабелери та ін.) величина запасу визначається за формулою:

$$Q_{ОБ.} = V_{ЗАГ.} \cdot q \cdot h, \quad (5)$$

де  $V_{ЗАГ.}$  – геометричний об'єм відповідного обладнання,  $\text{м}^3$ ;

$Q$  – питома вага матеріалу або виробу,  $\text{т}/\text{м}^3$ ;

$h$  – коефіцієнт заповнення об'єму (щільність укладки).

Якщо відома кількість матеріалу, який підлягає зберіганням  $Q_{ЗАП.}$ , необхідну кількість обладнання (стелажів, штабелів)  $N$  визначають за формулою:

$$N = \frac{Q_{ЗАП.}}{Q_{ОБ.}}. \quad (6)$$

Якщо відомі габаритні розміри обладнання та необхідна його кількість, корисна площа складу для зберігання певного виду матеріалу визначається за формулою:

$$S_{КОР.} = L \cdot B \cdot N, \quad (7)$$

де  $L$  – довжина відповідного обладнання для зберігання, м;

$B$  – ширина обладнання, м.

Вантажна площа складу  $S_{ВАНТ.}$  розраховується за формулою:

$$S_{ВАНТ.} = \frac{Q \cdot Z \cdot K_H}{254 \cdot C_v \cdot K_{В.В.О.} \cdot H}, \quad (8)$$

де  $Q$  – річний товарообіг, грн/рік;

$Z$  – величина товарних запасів, дні обігу;

$K_H$  – коефіцієнт нерівномірності завантаження складу;

$K_{В.В.О.}$  – коефіцієнт використання вантажного об'єму складу;

$C_v$  – питома вартість 1 м<sup>3</sup> зберігання матеріальних ресурсів на складі, грн/м<sup>3</sup>;

$H$  – висота укладання вантажів для зберігання на складі, м;

254 – кількість робочих днів у році, дн.

Коефіцієнт використання вантажного об'єму складу ТЛСЛУ ( $K_{B.B.O.}$ ) характеризує щільність і висоту укладання товару та розраховується за формулою:

$$K_{B.B.O.} = \frac{V_{ПОВ.}}{S_{ОБ} \cdot H}, \quad (9)$$

де  $V_{ПОВ.}$  – обсяг товару в упаковці, який розташований на певному обладнанні по всій його висоті, м<sup>2</sup>;

$S_{ОБ}$  – площа, яку займає проекція зовнішніх контурів обладнання на горизонтальну площину складу, м<sup>2</sup>.

Сума корисних площ для зберігання окремих видів або груп матеріалів і виробів характеризує загальну корисну площу складу.

Необхідна площа ділянки складу, на якій приймається товар ( $S_{ПР}$ ), розраховується за формулою:

$$S_{ПР} = \frac{Q_P \cdot K \cdot T}{360 \cdot G_{П}}, \quad (10)$$

де  $Q_P$  – річний обсяг надходження матеріалу, т;

$K$  – коефіцієнт нерівномірності надходження матеріалів на склад (1,2 – 1,5);

$T$  – кількість днів надходження матеріалу на приймальні ділянки (у середньому до двох днів);

$G_{П}$  – навантаження на 1 м<sup>2</sup> площі, т/м<sup>2</sup>.

Величина навантаження  $G_{П}$  для практичних розрахунків приймається приблизно 0,25 від середнього навантаження на 1 м<sup>2</sup> корисної площі складу або приблизно 0,25–0,50 т/м<sup>2</sup>.

Площа ділянки комплектування ( $S_{КМ}$ ) складу розраховується за формулою:

$$S_{КМ} = \frac{Q_P \cdot K_H \cdot A_{Д.К.} \cdot t_{КМ}}{254 \cdot G_P \cdot q \cdot 100}, \quad (11)$$

де  $K_H$  – коефіцієнт нерівномірності завантаження складу;

$A_{Д.К.}$  – частка товарів, які підлягають комплектуванню на складі підприємства, %;

$t_{КМ}$  – кількість днів перебування товару на ділянці комплектування складу, дн.;

$G_P$  – вартість 1 т зберігання товару на складі, грн/т;

$q$  – питомі показники навантаження на 1 м<sup>2</sup> на дільниці комплектування складу, т/м<sup>2</sup>.

Площа приймальної експедиції складу ТЛСЛУ: приймальна експедиція складу організовується для розміщення товару, який надійшов у неробочий час. Площа приймальної експедиції складу ТЛСЛУ ( $S_{П.Е.}$ ) повинна дозволити розмістити таку кількість товару, що може надійти за певний період часу, і визначається за формулою:

$$S_{П.Е.} = \frac{Q_P \cdot K_H \cdot t_{П.Е.}}{365 \cdot G_P \cdot q_E}, \quad (12)$$

де  $t_{П.Е.}$  – кількість днів, протягом яких товар буде знаходитися в приймальній експедиції складу ТЛСЛУ, дн.

$q_E$  – питомий показник навантаження на 1 м<sup>2</sup>.

Площа відправної експедиції складу ТЛСЛУ.

Відправна експедиція складу ТЛСЛУ використовується для комплектування відвантажувальних партій, що відвантажуються для відправки замовникам. Її площа ( $S_{В.Е.}$ ) визначається за наступною формулою:

$$S_{В.Е.} = \frac{Q \cdot K_H \cdot t_{О.Е.} \cdot A_q}{254 \cdot G_P \cdot q_E \cdot 100}, \quad (13)$$

де  $t_{О.Е.}$  – кількість днів, протягом яких товар буде знаходитись у відправній експедиції складу, дні;

$A_q$  – частка продукції, що проходить через відправну експедицію складу, %;

$G_P$  – вартість 1 м<sup>2</sup> зберігання вантажів на складі, грн/т.

Службова площа складу ( $S_{Сл.}$ ) – це площа офісу складу. Вона розраховується залежно від кількості працівників складу. При штаті складу до трьох працівників площа контори приймається по 5 м<sup>2</sup> на кожну людину; від 3 до 5 працівників – по 4 м<sup>2</sup>; при штаті більше 5 працівників – по 3,25 м<sup>2</sup>.

Допоміжна площа складу ( $S_{Доп.}$ ) – це площа проходів і проїздів у складських приміщеннях. Її визначають залежно від габариту матеріалів, які зберігаються, розміру вантажообігу, підйомно-транспортних засобів. Для цієї мети використовують формулу:

$$A = 2 \cdot B_T + 3 \cdot C, \quad (14)$$

де  $A$  – ширина проїзду, м;

$B_T$  – ширина транспортного засобу, м;

$C$  – ширина зазорів між транспортними засобами, між ними та стелажми по обидва боки проїзду (приймається рівною 0,15 – 0,20 см).

Площа проходів і проїздів складу підприємства ( $S_{Дол.}$ ) визначається після вибору варіанту механізації і залежить від типу підйомно-транспортних машин, які використовуються у технологічному процесі. Якщо ширина робочого коридору між стелажми дорівнює ширині стелажного обладнання, то площа проїздів приблизно дорівнює вантажній площі складу ТЛСЛУ.

Загальна площа складів ( $S_{Заг.}$ ) може визначатися залежно від корисної ( $S_{Кор.}$ ) площі завдяки розрахунку коефіцієнта використання за наступною формулою:

$$S_{Заг.} = \frac{S_{Кор.}}{J}, \quad (15)$$

де  $J$  – коефіцієнт використання площі складу.

Залежно від типу складу величина коефіцієнта використання знаходиться в межах від 0,25 до 0,8.

2. Коефіцієнт використання об'єму складу підприємства ( $K_{Об.}$ ):

$$K_{Об.} = \frac{V_{вук.}}{V_{заг.}}, \quad (16)$$

де  $V_{вук.}$  – об'єм складу, який фактично використовується,  $м^3$ ;

$V_{заг.}$  – загальний об'єм складу підприємства,  $м^3$ .

Значення  $V_{вук.}$  і  $V_{заг.}$  приймаються за фактичними даними роботи складу.

3. Питоме середнє навантаження на  $1 м^2$  корисної площі показує, яка кількість вантажу розташовується одночасно на кожному квадратному метрі корисної площі складу:

$$g = \frac{Z_{max}}{S_{пол.}}, \quad (17)$$

де  $g$  – питоме навантаження на  $1 м^2$  корисної площі,  $т/м^2$ ;

$Z_{max}$  – кількість вантажу, що одноразово зберігається, або максимальний запас матеріалів, що зберігається на складі,  $т$ ;

$S_{пол.}$  – площа полу складу,  $м^2$ .

4. Вантажонапруженість  $1 м^2$  загальної площі складу ( $M$ ) протягом року визначається за формулою:

$$M = \frac{Q_f}{S_{заг.}}, \quad (18)$$

де  $Q_f$  – річний вантажообіг складу,  $т$ .

Крок 2. Розрахунок критеріїв, що характеризують роботу складу.

1. Складський вантажообіг ( $B$ ) визначається у вартісному або натуральному виразі, виходячи з рівня товарних запасів, площі та ємності

складських приміщень, кількості стелажів на складах і комірок для зберігання сировини, матеріалів або готової продукції, тобто потужності складу:

$$B = \frac{Q}{T}, \quad (19)$$

де  $B$  – вантажообіг складу, т/міс. (т/рік);

$Q$  – обсяг сировини, матеріалів або готової продукції, який надійшов до складу за певний період часу, т;

$T$  – тривалість періоду, міс. (рік).

2. Вантажопереробка складу ( $B_{пер.}$ ) характеризує трудомісткість роботи складу:

$$B_{пер.} = \sum B_i, \quad (20)$$

де  $B_i$  – вантажообіг окремої ділянки складу, т/міс. (т/рік).

3. Питомий вантажообіг складу ( $B_{num.}$ ) характеризує потужність складу, що припадає на  $1 \text{ м}^2$ :

$$B_{num.} = \frac{B}{S_{заг.}}. \quad (21)$$

4. Коефіцієнт нерівномірності завантаження складу ( $K_n$ ) характеризує завантаженість складів у різні періоди, наприклад, за місяцями:

$$K_n = \frac{B_{max}}{B_{сер.}}, \quad (22)$$

де  $B_{max}$  – вантажообіг найпотужнішого місяця, т/міс.;

$B_{сер.}$  – середньомісячний вантажообіг складу, т/міс.

5. Тривалість обігу складських запасів ( $T$ ) характеризує інтервал часу, за який матеріальні ресурси здійснюють товарообіг:

$$T = \frac{D}{K_{об}^1}, \quad (23)$$

де  $D$  – тривалість періоду, міс., квартал, рік;

$K_{об}^1$  – коефіцієнт обіговості матеріальних ресурсів.

Коефіцієнт обіговості матеріальних ресурсів – це відношення річного (піврічного, квартального) обороту матеріалів до середнього залишку його на складі за той же період. Швидкість обороту матеріалів визначається через коефіцієнт оборотності матеріалів і розраховується за формулою:

$$K_{об}^1 = \frac{Q}{\frac{q_1}{2} + q_2 + \dots + q_{n-1} + \frac{q_n}{2}}, \quad (24)$$

де  $Q$  – витрата матеріалу на складі за конкретний календарний період (т/місяць, т/квартал, т/рік);



$q_1$  – залишок матеріалу на складі на перше число першого місяця, т;  
 $q_2$  – залишок матеріалу на складі на перше число другого місяця, т;  
 $q_{n-1}$  – залишок матеріалу на складі на перше число передостаннього місяця,  
т;

$q_n$  – залишок матеріалу на складі на кінець останнього місяця, т;  
 $n$  – кількість залишків, використаних для розрахунку, т.

Слід зауважити, що коефіцієнт  $K_{об}$  завжди повинен бути більше одиниці. В іншому випадку склад буде працювати неефективно.

6. Коефіцієнт доступності продукції ( $K_{дос}$ ) – це показник, що характеризує ступінь доступності товару, що зберігається на складі, для споживача і визначається за наступною формулою:

$$K_{дос} = \frac{Z_t}{Q_t}, \quad (25)$$

де  $Z_t$  – обсяг замовлення товарної продукції клієнтом в заданий період часу, кг (тон, штук);

$Q_t$  – обсяг товарної продукції, що є на складі на момент замовлення, кг (тон, штук).

Даний показник практично може використовуватися в якості комплексного кількісного показника, що характеризує дійсно ефективність роботи складу на предмет задоволення потреб споживачів.

### **Крок 3. Розрахунок комплексного критерію роботи складу ТЛСЛУ.**

#### **1. «Точка беззбитковості» складу.**

На основі аналізу підходів до визначення «точки беззбитковості» роботи складу [12, 14], формулу для розрахунку останньої слід прийняти модифіковану, користуючись наступними міркуваннями.

Об'єктом аналізу критичної точки є знаходження точки (в грошових одиницях або в натуральних), в якій витрати рівняються доходу. Ця точка є критичною точкою. Аналіз критичної точки вимагає оцінки постійних витрат, змінних витрат і доходу. Метою аналізу критичної точки є допомога менеджеру в процесі відбору й ідентифікації обсягів зберігання запасів товарної продукції чи сировини з мінімальними витратами. Оскільки склад має варіанти декількох номенклатурних груп товарної продукції чи сировини, матеріалів, що зберігаються, а кожний варіант може мати різну ціну реалізації (чи закупівлі) і змінні витрати, то для аналізу «критичної точки» слід все ж прийняти модифіковану формулу, яка й буде відображати відношення продажів (реалізації) для кожної номенклатурної (асортиментної) одиниці товару. Іншими словами, в такій формулі зважується внесок кожної номенклатурної одиниці товару пропорційно його продажам:

$$N = \frac{12 \cdot B_{II}}{\sum \left( 1 - \frac{B_{3M_i}}{C_i} \right) \cdot W_i}, \quad (26)$$

де  $N$  – критична точка в умовних грошових одиницях;

$B_{\Pi}$  – постійні витрати за місяць, у.г.о.;

$C$  – ціна одиниці товару, у.г.о.;

$B_{ЗМ i}$  – змінні витрати на одну товарну одиницю, у.г.о.;

$W_i$  – зважений внесок кожної товарної одиниці в загальному обсязі, в долях;

$i$  – індекс товару.

**Висновки.** Запропонована узагальнена методика оцінки ефективності функціонування складу, що входить до транспортно-логістичної підсистеми логістичного утворення.

Результати розрахунків за наведеною методикою можуть бути покладені в основу формування управлінського рішення щодо модернізації техніко-технологічної бази складу або зміни системи складування в цілому.

### Список літератури

1. Алькема В.Г. Логістика: теорія та практика: учебно-метод. пособие / В.Г. Алькема, О.М. Сумець. –К. : ВД «Професіонал», 2008. – 288 с.
2. Бажин И. И. Логистика: компакт – учебник / И. И. Бажин. –Х.: Консум, 2003. – 240с.
3. Бауэрсос Дональд Дж. Логистика: интегрированная цепь поставок / Дональд Дж. Бауэрсос, Дейвид Дж. Клосс. –М. : Олимп-Бизнес, 2001. – 640 с.
4. Гаджинский А.М. Логистика: учебник / А. М. Гаджинский. –М. : ИТК «Дашков и К<sup>о</sup>», 2003. – 408 с.
5. Дыбская В.В. Логистика складирования для практиков. –М. : Альфа-Пресс, 2005. – 208 с.
6. Интегрированная логистика накопительно-распределительных комплексов (склады, транспортные узлы, терминалы): учебник для транспортных вузов / Под общ. ред. Л.Б. Миротина. –М. : Экзамен, 2003. – 448 с.
7. Крикавский Є.В. Логістика: компендіум і практика: навч. посібник // Є.В. Крикавський, Н.І. Чухрай, Н.В. Чернописька. –К. : Кондор, 2006. – 340 с.
8. Логистика: учебник / Под ред. Б.А. Аникина. –М.: Инфра, 2003. – 368 с.
9. Окландер М.А. Промышленная логистика: учеб. пособие / М.А. Окландер. –К. : ЦУЛ, 2004. – 222 с.
10. Павлова Е. Состояние рынка складских услуг и современные складские технологии / Е. Павлова // Логистика: проблемы и решения. –№ 2. –2007. – С. 54–67.
11. Пономарева Ю.В. Логистика: учеб. пособие / Ю.В. Пономарева. –К. : ЦУЛ, 2003. – 192 с.
12. Посилкіна О.В. Виробнича логістика: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закладів / О.В. Посилкіна, Р.В. Сагайдак-Нікітюк, О.В. Доровський, Г.В. Кубасова. – Х. : Вид-во НФаУ, 2009. – 364 с.
13. Таньков К.М. Виробнича логістика: навч. посібник / К.М. Таньков, О.М. Тридід, Т.О. Колодизева. –Х. : ВД «ІНЖЕК», 2004. – 352 с.

14. Сумець О.М. Як оцінити ефективність роботи складу? / О.М. Сумець // Логістика : проблеми і рішення. –№ 1. –2011. – С. 32–41.
15. Управление запасами корпорации «VOLVO». –СПб. : Интеркомсалтинг, 1998. – 136 с.

#### **Аннотация**

### **МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СКЛАДА В ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ПОДСИСТЕМЕ ЛОГИСТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Сумец А.М., Кравцов А.Г., Беляева О.С.

*В статье описана методика оценки эффективности функционирования склада, который является ключевым звеном транспортно-логистической системы логистического образования любого уровня.*

#### **Abstract**

### **METHOD OF ASSESSMENT OF EFFICIENCY OF OPERATION IN TRANSPORTATION AND LOGISTICS LOGISTICS EDUCATION SUBSYSTEM**

Sumets A., Kravtsov A., Bilyaeva O.

*This article describes a method of evaluating the performance of the warehouse, which is a key element of transport and logistics system logistics education at any level.*