

8. Фастовець, П. М. Класифікація наноструктурованих матеріалів для інженерії поверхні деталей машин [Текст] / П. М. Фастовець // Восточно-Европейський журнал передових технологій. – 2012. – Т. 3, № 5 (57). – С. 19–25. – Режим доступу: <http://journals.urau.ua/eejet/article/view/4025/3692>
9. Фастовець, П. М. Наукові аспекти застосування відновлюючих антифрикційних протизносних добавок до паливно-мастильних матеріалів [Текст] / П. М. Фастовець // Механізація та електрифікація сільського господарства. Міжвідомчий тематичний науковий збірник ННЦ «ІМЕСГ». – 2015. – Вип. 100.
10. Фасхiev, X. A. Анализ методов оценки качества и конкурентоспособности грузовых автомобилей [Текст] / X. A. Фасхiev // Методы менеджмента качества. – 2001. – № 3. – С. 24–28.
11. Фасхiev, X. A. Анализ методов оценки качества и конкурентоспособности грузовых автомобилей [Текст] / X. A. Фасхiev // Методы менеджмента качества. – 2001. – № 4. – С. 21–26.
12. Крахмалева, А. В. Методика оценки качества автомобилей [Текст] / А. В. Крахмалева, X. A. Фасхiev // Маркетинг в России и за рубежом. – 2005. – № 4. – Режим доступу: <http://dis.ru/library/520/25548/>
13. RVS. Главная страница. СМИ. Дополнительно информация о РВС технологии и результатах её применения можно получить из следующих источников [Электронный ресурс] / Режим доступу: <http://tvs.at.ua/index/smi/0-10> - 14.07.2015 г. – Загл. с экрана.
14. Научное открытие № 323. Свойство высокоэнергетических минеральных веществ изменять параметры триботехнических систем [Текст] / Зуев В. В., Лазарев С. Ю., Лавров Ю. Г., Денисов Г. А., Маринич Т. Л., Половинкин В. Н., Соловьев А. П., Холин А. Н. – Зарегистрировано: 02.02.2007. – Приоритет открытия: 16.11.1995.
15. Исследование воздействия обработки ДВС тепловоза ЗМБ3 по РВС - технологии без разборки в режиме штатной эксплуатации (по договору №561 от 29.07.99г.) [Электронный ресурс]: отчет о НИР / НТО «НВЦ» и ЗаБИЖТ, рук. В. В. Тишаков. – Чита, 2000. – 58 с. – Режим доступу: <https://yadi.sk/d/06ycBfSbVMyzk>

Аналіз процесу функціонування транспортно-складських комплексів дозволив виявити недоліки їхньої технології. Формалізовано критерій ефективності функціонування транспортно-складського комплексу, що являє собою питомі витрати на переробку вантажу. Виявлено, що найбільший вплив на питомі витрати, пов'язані з переробкою вантажу на транспортно-складському комплексі, має кількість навантажувально-розвантажувальних механізмів

Ключові слова: транспортно-складський комплекс, технологія, технологічні параметри, собівартість переробки вантажу, модель

Анализ процесса функционирования транспортно-складских комплексов позволил выявить недостатки их технологии. Формализован критерий эффективности функционирования транспортно-складского комплекса, который представляет собой удельные затраты на переработку груза. Определено, что наибольшее влияние на удельные затраты, связанные с переработкой груза на транспортно-складском комплексе, имеет количество погрузочно-разгрузочных механизмов

Ключевые слова: транспортно-складской комплекс, технология, технологические параметры, себестоимость переработки груза, модель

УДК 656.073
DOI: 10.15587/1729-4061.2015.51396

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНО- СКЛАДСЬКОГО КОМПЛЕКСУ НА СОБІВАРТІСТЬ ПЕРЕРОБКИ ВАНТАЖУ

Н. Ю. Шраменко

Доктор технічних наук, професор

Кафедра транспортних технологій

Харківський національний

автомобільно-дорожнього університет

вул. Петровського, 25, м. Харків, Україна, 61002

E-mail: nshramenko@gmail.com

1. Вступ

Транспортно-складські комплекси (ТСК), які мають суттєве значення при просуванні матеріальних потоків, можна віднести до представників технології 3-PL – «Third Party Logistics». Складські операції та-

кож являються суттєвою складовою частиною діяльності 4-PL та 5-PL провайдерів, що мають важливе значення у логістичних ланцюгах.

Має місце ряд проблем, що стосуються використання ресурсів транспортно-складських комплексів. Постійний розвиток 3-PL, 4-PL та 5-PL провайдерів по-

требує відповідного постійного розвитку технологій виконання складських робіт та обробки вантажопотоків. Підвищення вимог з боку вантажовласників призводить до необхідності формування нових технологій [1].

Існуючі проблеми та недоліки технології функціонування ТСК потребують дослідження та вирішення на сучасному рівні з урахуванням ринкових умов.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Вчені велику увагу приділяють організації ефективного функціонування транспортно-складських комплексів, пошукам раціональних технологій в ТСК, моделюванню складських процесів і систем, сучасним методами моделювання технологічних процесів і структур.

При розгляді транспортно-складських комплексів автори визначають необхідність організації раціональної системи складських робіт з мінімальними витратами на виконання технологічних операцій [2], однак при формалізації загальних витрат на доставку товару враховують не всі операції транспортно-складського процесу, що унеможлиблює дослідження впливу технологічних параметрів на витрати.

Дослідники виділяють важливість ефективного використання всіх структурних елементів складського господарства [3, 4], однак при цьому недостатньо уваги приділяють ресурсним обмеженням системи. Авторами в [5, 6] розглядаються класичні підходи до організації функціонування ТСК та не наведено конкретних заходів щодо вирішення проблеми підвищення ефективності їх функціонування в ринкових умовах.

Науковці зазначають важливість оптимізації процесів функціонування транспортно-складських та термінальних комплексів [3, 7], вказують, що різноманітні методи моделювання використовуються для зіставлення прогнозних оцінок розвитку аналізованих процесів і систем для підвищення ефективності їх функціонування [8].

Слід відзначити, що в наукових працях не наведено обґрунтування необхідності оптимізації певних технологічних параметрів, які мають найбільший вплив на критерій ефективності, в результаті чого ускладнюється визначення напрямків раціоналізації технології переробки вантажів на ТСК.

Отже, аналіз впливу технологічних параметрів процесу функціонування транспортно-складського комплексу на його ефективність не знайшов достатнього висвітлення в наукових працях, а тому потребує дослідження.

3. Ціль та задачі дослідження

Мета дослідження – визначення впливу технологічних параметрів процесу функціонування транспортно-складського комплексу на собівартість переробки вантажів для підвищення ефективності функціонування цього комплексу.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні задачі:

– аналіз технологічного процесу функціонування ТСК та виявлення недоліків;

– формалізація критерію ефективності функціонування ТСК;

– проведення повнофакторного експерименту та виявлення впливу технологічних параметрів ТСК на собівартість переробки вантажу.

4. Матеріали та методи дослідження технологічного процесу функціонування транспортно-складського комплексу

Характерна особливість транспортно-складських комплексів – значний вміст стохастичних параметрів функціонування, таких як: обсяг партії вантажу, розмір складських запасів вантажів, нерівномірність попиту на переробку вантажопотоку у часовому просторі, непостійність обсягу роботи на складах, тощо. Ймовірнісний характер таких параметрів обумовлює випадковий вплив на технологію функціонування транспортно-складських комплексів, а також різнохарактерних виробничих і транспортних систем, в пунктах взаємодії яких створені транспортно-складські комплекси [9].

З точки зору системного підходу, процес функціонування транспортно-складського комплексу розглядається як система, а окремі операції з вантажем як елементи системи [10].

На кожному з етапів просування матеріалопотоку по ТСК виконуються операції з переробки вантажу. В свою чергу, кожна вантажна операція має часову характеристику – тривалість виконання. При нераціональній організації технології переробки вантажу між операціями виникають значні міжопераційні простоя складських механізмів та устаткування, тривалість яких може складати значущу частку від загального часу переробки вантажу на ТСК.

У відповідності з проведеним аналізом критеріїв ефективності [11] в якості критерію ефективності функціонування ТСК обрано питомі витрати на переробку вантажу на ТСК, які враховують інтереси обох суб'єктів: вантажовласника і ТСК.

При дослідженні імовірнісних залежностей використовується один із найбільш поширених методів опрацювання даних – метод регресійного аналізу.

Умови функціонування транспортно-складського комплексу, що прийняті для дослідження:

- добовий обсяг вантажу, t – [300; 1350];
- кількість навантажувально-розвантажувальних механізмів (НРМ), од. – [1; 15];
- тривалість очікування автомобілями обслуговування, год. – [0,5; 6,0];
- вартість простою автомобіля – 35 грн/год.;
- вартість простою НРМ – 2,4 грн/год.;
- вартість простою автомобіля під навантаженням – 2,1 грн/год.;
- вартість утримання НРМ – 18 грн/год.;
- середня вантажність автомобіля – 14,4 т.;
- продуктивність НРМ – 14 т/год.;
- вартість простою персоналу – 0,78 грн/год.;
- вартість утримання персоналу – 25 грн/год.

5. Результати досліджень взаємозв'язку параметрів технологічного процесу транспортно-складського комплексу

Аналіз виробничої діяльності ТСК дозволив виявити недоліки, що існують при організації роботи транспортно-складських комплексів, серед яких: низький коефіцієнт використання робочого часу, наявність міжопераційних простоїв навантажувально-розвантажувальних механізмів, нераціональний вибір кількості засобів механізації, відсутність врахування коливання попиту на підйомно-транспортне обладнання при плануванні кількості одиниць НРМ та при розрахунку необхідної кількості персоналу, відсутність належного програмного забезпечення.

Процес функціонування транспортно-складського комплексу представлено у вигляді кібернетичної моделі «сірої скрині» (рис. 1). Елементи, з яких складається технологічний процес ТСК, визначені як множина {E₁...E₉}.

Відповідно до кібернетичної моделі об'єкта дослідження визначено набір операторів входу та операторів зовнішнього впливу, що представлені первинною інформацією чи вторинними даними.

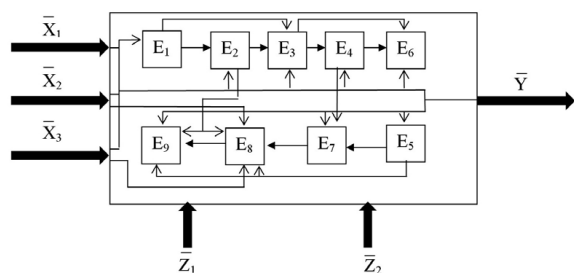


Рис. 1. Кібернетична модель об'єкта дослідження:

- E₁ – розвантаження транспортних засобів;
- E₂ – оформлення дорожньої документації; E₃ – прийом вантажу за кількістю і якістю на ділянці прийому;
- E₄ – маркування продукції; E₅ – комплектування партії відправки; E₆ – розміщення вантажу на збереження;
- E₇ – упаковка вантажних одиниць; E₈ – оформлення перевізних та товаросупровідних документів партії вантажу; E₉ – навантаження транспортних засобів

Вхідні параметри:

- X₁ – кількість НРМ;
- X₂ – обсяг вантажопотоку;
- X₃ – тривалість очікування автомобілями обслуговування на ТСК.

Параметри зовнішнього впливу:

- Z₁ – вартісні показники (вартість простою автомобіля у черзі під розвантаження, вартість простою автомобіля під розвантаженням, вартість однієї години простою навантажувально-розвантажувальних механізмів, витрати на утримання одиниці НРМ);

- Z₂ – характеристики технологічного процесу n-го типу (обсяг партії вантажу, інтенсивність надходження транспортних засобів у ТСК, продуктивність навантажувально-розвантажувальних механізмів, середня вантажність автомобіля, що обслуговується на ТСК).

Вихідні параметри:

- Y – питомі витрати на переробку вантажів на ТСК.

Критерій ефективності формалізований як залежність наступного виду:

$$S_{\text{шт}} = \left(\sum_k \overline{N}_{\text{оук}} \cdot \overline{t}_{\text{оук}} \cdot C_{\text{прк}}^{\text{авт}} + K_{\text{автк}} \cdot \overline{t}_{\text{обслк}} \cdot C_{\text{прк}}^{\text{роз}} \right) + \sum_i (Z_{\text{нрмі}} \cdot C_{\text{утрі}}^{\text{нрм}} + \overline{t}_{\text{прі}}^{\text{нрм}} \cdot C_{\text{прі}}^{\text{нрм}} \cdot Z_{\text{нрмі}}) + \sum_j (F_{\text{персј}} \cdot C_{\text{утрј}}^{\text{перс}} + \overline{t}_{\text{прі}}^{\text{перс}} \cdot C_{\text{прі}}^{\text{перс}} \cdot F_{\text{персј}}) + S_{\text{скл}} \cdot C_{\text{утр}}^{\text{скл}} \cdot \frac{1}{Q_{\text{доб}}} \rightarrow \min, \quad (1)$$

де $\overline{N}_{\text{оук}}$ – довжина черги автомобілів під розвантаження на ТСК, од; $\overline{t}_{\text{оук}}$ – середній час очікування k-го автомобіля в черзі, год; $C_{\text{прк}}^{\text{авт}}$ – вартість простою k-го автомобіля в черзі, грн; $K_{\text{автк}}$ – кількість автомобілів під розвантаженням, од; $\overline{t}_{\text{обслк}}$ – середній час обслуговування k-го автомобіля на ділянці розвантаження, год; $C_{\text{прк}}^{\text{роз}}$ – вартість простою k-го автомобіля під розвантаженням, грн/год; $Z_{\text{нрмі}}$ – кількість НРМ i-го типу, наявних на ТСК, од; $C_{\text{утрі}}^{\text{нрм}}$ – вартість утримання одиниці НРМ i-го типу, грн; $\overline{t}_{\text{прі}}^{\text{нрм}}$ – середній час простою одиниці НРМ i-го типу, год; $C_{\text{прі}}^{\text{нрм}}$ – вартість простою одного НРМ i-го типу, грн/год; $F_{\text{персј}}$ – кількість складського персоналу j-ї кваліфікації, чол.; $C_{\text{утрј}}^{\text{перс}}$ – вартість утримання персоналу j-ї кваліфікації, грн/чол.; $\overline{t}_{\text{прі}}^{\text{перс}}$ – середній час простою персоналу j-ї кваліфікації, год; $C_{\text{прі}}^{\text{перс}}$ – вартість простою персоналу j-ї кваліфікації, грн/год; $S_{\text{скл}}$ – площа складу, м²; $C_{\text{утр}}^{\text{скл}}$ – вартість утримання складського приміщення, грн/м²; $Q_{\text{доб}}$ – обсяг вхідного вантажопотоку, т/доб.

Всі вартісні показники задаються в залежності від значень існуючих тарифів, а техніко-експлуатаційні показники визначаються із статистично-облікової документації підприємства. Показники обсягу вхідного вантажопотоку та показники продуктивності обираються згідно даним первинної та технічної документації підприємства.

Статистичні дослідження виявили, що обсяг вантажопотоку розподіляється за нормальним законом розподілення. Параметри часу мають випадковий характер, оцінка яких здійснена шляхом хронометражних спостережень та визначено їхні закони розподілення – експоненційні із певними параметрами розподілення.

Отже необхідно визначити який вплив на питомі витрати мають вхідні технологічні параметри системи, що досліджується. Для визначення впливу вхідних параметрів системи на критерій ефективності необхідно провести регресійний аналіз.

Математично завдання зводиться до знаходження аналітичного виразу, що як найкраще відображував би зв'язок факторних ознак з результативною, тобто знайти функцію

$$Y_x = f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n), \quad (2)$$

де Y_x – розрахункові значення результативної ознаки-функції; $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ – факторні ознаки.

Оскільки кількість НРМ та кількість персоналу, що враховані в критерії (1), є параметрами залежними, то кількість персоналу в якості факторної ознаки не розглядається.

Найскладнішою проблемою є вибір форми зв'язку, аналітичного виразу зв'язку, на підставі чого за

то кількість персоналу в якості факторної ознаки не розглядається.

Найскладнішою проблемою є вибір форми зв'язку, аналітичного виразу зв'язку, на підставі чого за наявними факторами визначають результативну ознаку-функцію. Зважаючи на те, що будь-яку функцію багатьох змінних шляхом логарифмування або заміни змінних можна звести до лінійного вигляду, рівняння множинної регресії можна виразити у лінійній формі

$$Y_x = a_0 + a_1 \cdot X_1 + a_2 \cdot X_2 + a_3 \cdot X_3, \tag{3}$$

де a_0, a_1, a_2, a_3 – коефіцієнти рівняння при змінних.

За результатами проведеного регресійного аналізу визначено, що фактор X_3 , тобто час очікування автомобілем обслуговування, є незначимим (рис. 2).

Отримано наступні коефіцієнти при змінних, що вказують на ступінь впливу відповідного фактора на результативний показник:

$$\begin{aligned} a_0 &= 38,43654567; \\ a_1 &= -1,744415576; \\ a_2 &= 0,021102434. \end{aligned}$$

Отже, регресійна модель функції відгуку має наступний вигляд

$$Y = 38,43654567 - 1,744415576 \cdot Z_{\text{нрм}} + 0,021102434 \cdot Q_{\text{доб}}. \tag{4}$$

Для оцінки адекватності регресійної моделі застосовано критерій Фішера, при цьому необхідне виконання умови:

$$F_{\text{расч}} \leq F_{\text{табл}}, \tag{5}$$

де $F_{\text{расч}}$ – розрахункове значення критерію Фішера; $F_{\text{табл}}$ – табличне значення критерію Фішера.

Отримано розрахункове значення критерію Фішера: $F_{\text{расч}} = 0,085$. Оскільки $0,085 \leq 3,22$, то можна стверджувати, що регресійна модель є адекватною.

Зміна функції відгуку при 10 %-ому прирості кожного із вхідних факторів вказала, що найбільший вплив на питомі витрати на переробку вантажу має параметр X_1 ($Z_{\text{нрм}}$), тобто кількість НРМ.

6. Обговорення результатів дослідження впливу технологічних параметрів транспортно-складського комплексу на собівартість переробки вантажу

Результати проведеного регресійного аналізу свідчать, що обсяг вхідного вантажопотоку впливає на собівартість переробки вантажу на ТСК, що обумовлено необхідністю утримання додаткової площі складу.

Однак найбільший вплив на питомі витрати на переробку вантажу має параметр, який характеризує кількість НРМ, що обумовлено відповідним співвідношенням величини витрат, пов'язаних з простоем автомобілів в очікуванні обслуговування, та витрат, що пов'язані з утриманням цих механізмів.

Отриманий результат призводить до необхідності формування раціональної технології обслуговування вантажопотоку на ТСК саме шляхом вибору раціональної кількості НРМ з урахуванням обсягу вхідного вантажопотоку.

7. Висновки

Проведені дослідження дозволили вирішити поставлені задачі та отримати наступні результати:

1. Аналіз процесу функціонування ТСК дозволив виявити недоліки технології, які пов'язані, передусім, з відсутністю врахування коливань вхідного вантажопотоку при плануванні та організації виробничої діяльності.

2. Запропонована математична формалізація критерію ефективності функціонування ТСК, що являє собою питомі витрати на переробку вантажу на ТСК та враховує витрати вантажовласника, пов'язані з простоем автомобілів в очікуванні обслуговування, та витрати ТСК, пов'язані з утриманням виробничих ресурсів.

3. На основі проведення повнофакторного експерименту отримано регресійну модель та виявлено, що найбільший вплив на питомі витрати, пов'язані з переробкою вантажу на ТСК, має кількість навантажувально-розвантажувальних механізмів, що обумовлює розробку заходів щодо їх раціоналізації.

Перспективними напрямками досліджень є розробка моделі вибору раціональної кількості виробничих ресурсів ТСК в умовах випадкового попиту та розробка відповідного програмного забезпечення.

SUMMARY OUTPUT							
Regression Statistics							
Multiple R	0,964421544						
R Square	0,930108914						
Adjusted R Square	0,877690599						
Standard Error	2,101693823						
Observations	8						
ANOVA							
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>		
Regression	3	235,1315484	78,3771828	17,74397	0,008942679		
Residual	4	17,6684677	4,41711692				
Total	7	252,8000161					
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95,0%</i> <i>Upper 95,0%</i>
Intercept	38,43654567	2,708412219	14,191542	0,000143	30,91678782	45,95630351	30,9167878 45,95630351
X Variable 1	-1,744415576	0,495373985	-3,5214114	0,024419	-3,11979425	-0,3690369	-3,1197943 -0,369036901
X Variable 2	0,021102434	0,003302493	6,38984922	0,003079	0,011933243	0,030271625	0,01193324 0,030271625
X Variable 3	0,010088381	0,270203992	0,03733617	0,972006	-0,74011817	0,760294931	-0,7401182 0,760294931

Рис. 2. Результати регресійного аналізу

Література

1. Пасічник, А. М. Проблеми розвитку транспортно-логістичної інфраструктури в Україні [Текст]: тр. науч.-техн. конф. / А. М. Пасічник, В. В. Кутирев // Комп. моделювання в наукоємких технологіях. – ХНУ ім. Каразіна, 2012. – С. 235–238.
2. Хоруженко, Е. С. Планирование транспортно-складских затрат при организации поставок помашинными отправлениями [Текст]: сб. науч. тр. / Е. С. Хоруженко, С. М. Мочалин // Совершенствование организации дорожного движения и перевозок пассажиров и грузов. – Минск: БНТУ, 2015 – С. 161–169.
3. Мирошник, А. С. Логистическая концепция управления терминальными перевозками [Текст] / А. С. Мирошник // Российское предпринимательство. – 2010. – № 1, Вып. 2 (151). – С. 115–118.
4. Гронин, Д. П. Моделирование транспортно-складской инфраструктуры [Текст] / Д. П. Гронин, В. Л. Гудков, С. А. Ширяев // Грузовое и пассажирское автохозяйство. – 2005. – № 3. – С. 39–41.
5. Николайчук, В. Е. Транспортно-складская логистика [Текст]: учеб. пос.; 2-е изд. / В. Е. Николайчук. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2007. – 452 с.
6. Бойко, Н. И. Транспортно-грузовые системы и склады: учеб. пособие [Текст] / Н. И. Бойко, С. П. Чердиченко. – Ростов н/Д.: Феникс, 2007. – 400 с.
7. Колик, А. В. Национальная контейнерная инфраструктура: классификация и подходы к комплексному развитию [Текст] / А. В. Колик, С. О. Франк // Автотранспортное предприятие. – 2006. – № 9. – С. 16–19.
8. Альметова, З. В. Анализ методов оптимизации параметров транзитных терминалов [Текст]: матер. междунар. науч.-практ. конф. / З. В. Альметова, О. Н. Ларин // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. – Пермский нац. исслед. политех ун-т., 2015. – С. 18–21.
9. Шраменко, Н. Ю. Выбор рационального количества трудовых ресурсов для транспортно-складского комплекса [Текст] / Н. Ю. Шраменко // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. – 2010. – № 5-6. – С. 74–77.
10. Шраменко, Н. Ю. Теоретико-методологічні основи ефективного функціонування термінальних систем при доставці дрібнопартійних вантажів [Текст]: монографія / Н. Ю. Шраменко. – Харків: ХНАДУ, 2010. – 156 с.
11. Нагорний, Є. В. Аналіз критеріїв ефективності функціонування логістичних систем при доставці вантажів [Текст] / Є. В. Нагорний, Н. Ю. Шраменко // Наукові нотатки: міжвузівський збірник. – 2010. – Вип. 28. – С. 353–357.