

УДК 656.073

МОДЕЛЬ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИРОБНИЧИХ РЕСУРСІВ ВАНТАЖНОГО ТЕРМІНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ

Шраменко Н.Ю., д.т.н., доцент

(Харківський національний автомобільно-дорожній університет)

Запропонована математична модель оптимізації трудових і транспортно-складських ресурсів вантажного терміналу, яка базується на комплексному підході. Застосування моделі дозволяє здійснювати оперативне планування та корегування існуючої технології з обробки вантажів на терміналі при змінному попиті.

Вступ. Сучасність (технічний розвиток, конкуренція, ринкові відносини) вимагає нових стандартів організації транспортного обслуговування з урахуванням інтересів як виробників транспортних послуг, так і споживачів. Тобто, з одного боку, треба вирішувати логістичні задачі: оптимізувати транспортний процес, знаходячи внутрішні резерви і зменшуючи загальні затрати. З іншого – створити умови щодо задоволення вимог споживачів. Слід також враховувати, що на практиці для кожного окремого середовища властиві свої унікальні умови, які дають відбиття на характер функціонування всієї системи. З огляду на це пропонується поєднання наукового підходу та практичної актуальності.

Аналіз досліджень. Існуючий спосіб організації та управління транспортно-складськими комплексами [1] передбачає застосування моделі логістичної системи транспортно-складського комплексу. Недоліками є те, що цей спосіб не передбачає економії ресурсів різних типів, а технологічні процеси, що розглядаються, не в повній мірі характеризують роботу термінального комплексу.

Автором в [2] запропоновано спосіб організації обслуговування вантажовласників на терміналі шляхом прискореної переробки тарно-штучних вантажів, де варіант технології переробки вантажів на терміналі обирається виходячи з вимог та фінансових можливостей споживачів. Перевагою такого підходу є врахування інтересів вантажовласників при формуванні технології функціонування терміналу. Однак при оптимізації вважається, що час виконання технологічних операцій з вантажами на терміналі нормується, а не визначається з огляду на економію його ресурсів при взаємоузгодженні умов обслуговування з вантажовласниками.

В результаті аналізу технології функціонування транспортно-складських комплексів [3], виявлено особливості та фактори, що впливають на їх ефективність, визначено проблеми, що перешкоджають розвитку термінальних систем та які потребують раціонального та оперативного вирішення.

Серед пріоритетних напрямків удосконалення процесу обробки дрібнопартійних вантажів на терміналах більшість дослідників виділяють, перш за все, наступні [4, 5]:

- розробка загальної методології та моделей функціонування середніх систем, без яких немає закінченої теорії процесу систем нижнього рівня;
- формування раціональних технологій функціонування транспортно-складських систем з урахуванням ресурсозбереження;
- визначення раціональної кількості ресурсів при функціонуванні систем різних рівнів на основі використання принципів логістики та маркетингу.

Мета та постановка задачі. Метою дослідження є розробка моделі оптимізації виробничих ресурсів вантажного терміналу для підвищення ефективності його функціонування. Задачею, поставленою в основу дослідження, є формалізація технології обробки вантажопотоку на термінальному комплексі в умовах економії трудових і транспортно-складських ресурсів за умов зменшення їх непродуктивного простою.

Модель оптимізації трудових і транспортно-складських ресурсів вантажного терміналу. Термінальний комплекс є складною системою, яка функціонує в умовах невизначеності та ризику. В умовах ресурсозбереження необхідне прийняття таких управлінських рішень, які б забезпечували найбільшу надійність та якість транспортного обслуговування при найменших витратах та ймовірності ризиків системи.

Основними критеріями вибору кількості ресурсів є продуктивність певної одиниці ресурсу та обсяг вантажу, що переробляється на термінальному комплексі, при цьому необхідно врахувати ряд факторів. При дуже малих обсягах прибуття вантажу є мінімум технічних засобів та трудових ресурсів, без яких робота термінального комплексу неможлива.

Вхідний вантажопотік є випадковою величиною. Так само і технологія, за якою переробляється вантаж, не може бути точно прогнозованою наперед. Лише постійні замовники, які працюють за довгостроковими контрактами із термінальним комплексом, можуть замовляти обробку вантажу за тією ж самою технологією, але на це так само впливає ряд факторів: доступні транспортні засоби для перевезення, стан вантажу, в якому він прибув від виробника, тарифи на послуги та інші.

В [6] запропоновано критерій ефективності функціонування вантажного термінального комплексу, орієнтований на логістичні потреби системи та заснований на зниженні сумарних витрат на обробку вантажу. Оскільки вхідний вантажопотік різнорідний і носить випадковий характер, то необхідний пошук раціональної кількості транспортно-складських та трудових ресурсів, орієнтованої на умови невизначеності.

Процес функціонування вантажного терміналу розглянуто як чотирьохфазну систему масового обслуговування [7]: експедиція прийому, підготовчі операції, заключні операції та експедиція видачі. Потік вимог, що входить, утворюють автомобілі, які прибувають на термінал у випадкові моменти часу. Виявлено, що вантажний термінал являє собою систему масового

обслуговування розімкнену з очікуванням (чергою), функціонування якої є випадковим процесом із дискретними станами та неперервним часом.

Пропонується математична модель оптимізації трудових і транспортно-складських ресурсів вантажного терміналу, що дозволить зменшити сумарні витрати на функціонування терміналу:

$$\begin{aligned}
 C_{wQ}(N_j^{\text{HPM}}, N_i^{\text{чол}}, N_i^{\text{M}}) = & \sum_{i=1}^k C_{3\text{пi}} N_i^{\text{чол}} + \sum_{j=1}^n (C_{\text{амj}} + C_{\text{тоj}} + C_{\text{шj}} + C_{\text{нвj}}) N_j^{\text{HPM}} + \\
 & + \sum_{j=1}^n C_{\text{палj}} t_{\text{робj}} N_j^{\text{HPM}} + C_{\text{а}} \cdot \overline{t_{\text{чер}}} \cdot \overline{r} + C_{3\text{б}} t_{\text{пер}} + \\
 & + \sum_{g=1}^4 \left[\sum_{j=1}^n C_{\text{прj}} (T_{\text{н}} - t_{\text{пер}}) \int_0^{\sum_{j=1}^n N_{g\text{j}}^{\text{HPM}}} \left(\sum_{j=1}^n N_{g\text{j}}^{\text{HPM}} - \frac{Q}{T_{\text{н}} q_{\text{н}} \mu_g} \right) P(Q) dQ + \right. \\
 & + \sum_{j=1}^n C_{\text{штрj}} W_j T_{\text{н}} \int_{\sum_{j=1}^n N_{g\text{j}}^{\text{HPM}}}^{\sum_{j=1}^n N_{g\text{jmax}}^{\text{HPM}}} \left(\frac{Q}{T_{\text{н}} q_{\text{н}} \mu_g} - \sum_{j=1}^n N_{g\text{j}}^{\text{HPM}} \right) P(Q) dQ + \\
 & + \sum_{i=1}^k C_{3\text{пi}} (T_{\text{н}} - t_{\text{пер}}) \int_0^{\sum_{i=1}^k N_{g\text{i}}^{\text{чол}}} \left(\sum_{i=1}^k N_{g\text{i}}^{\text{чол}} - \frac{Q}{T_{\text{н}} q_{\text{н}} \mu_g} \right) P(Q) dQ + \\
 & \left. + \sum_{i=1}^k C_{\text{штри}} W_i T_{\text{н}} \int_{\sum_{i=1}^k N_{g\text{i}}^{\text{чол}}}^{\sum_{i=1}^k N_{g\text{i max}}^{\text{чол}}} \left(\frac{Q}{T_{\text{н}} q_{\text{н}} \mu_g} - \sum_{i=1}^k N_{g\text{i}}^{\text{чол}} \right) P(Q) dQ \right] + \\
 & + N_i^{\text{M}} C_{3\text{п}} + \frac{P(C)Q}{m} t_{\text{мо}} C_{3\text{б}} \rightarrow \min,
 \end{aligned} \tag{1}$$

де C_{wQ} – сумарні витрати на обробку вантажопотоку на терміналі, грн/доб.;

N_j^{HPM} – кількість НРМ j -го типу, од.;

$N_i^{\text{чол}}$ – кількість трудових ресурсів i -ої професії, чол.;

N_i^{M} – кількість митників, чол.;

μ_g – інтенсивності обслуговування в g -й фазі терміналу, т/год.;

$t_{\text{чер}}$ – час очікування в черзі, год.;

\overline{r} – середня довжини черги автомобілів, од.;

Q – обсяг вантажопотоку, т/доб.;

$C_{3\text{п}i}$ – заробітна плата персоналу i -ої кваліфікації з нарахуваннями, грн/доб.;

$C_{ам}$ – амортизаційні відрахування на повне відновлення машин та змінного робочого обладнання, грн/доб.;

$C_{то}$ – вартість технічного обслуговування та поточного ремонту, грн/доб.;

$C_{шин}$ – вартість повного відновлення шин (за наявності), грн/доб.;

$C_{нв}$ – накладні витрати, грн/доб.;

$C_{пал}$ – витрати на енергоносії, паливо для НРМ, грн/год.;

$t_{роб j}$ – час роботи j -го НРМ, год./доб.;

C_a – вартість однієї години простою автомобіля, грн/год.;

$C_{зб}$ – вартість зберігання вантажу, грн/год.;

$C_{пр j}$ – вартість 1 год. непродуктивного простою j -го НРМ, грн/доб.;

$t_{пер}$ – час на повну переробку вантажу на термінальному комплексі, год.;

T_H – час роботи термінального комплексу, год./доб.;

\bar{q}_H – середня вантажність автомобіля, що завозить вантаж, т;

W_i, W_j – продуктивність i -того та j -го типу ресурсу відповідно, т/год.;

$N_{9j \max}^{НРМ}, N_{9i \max}^{чол}$ – максимальна кількість j -го та i -го типу ресурсу в 9 -ій фазі терміналу, од.;

$P(Q)dQ$ – щільність ймовірності того, що обсяг вантажопотоку знаходиться в інтервалі $(Q; Q+dQ)$;

$C_{штр}$ – штрафи за кожну не обслужену тонну вантажу в результаті нестачі складських ресурсів, грн/т;

$C_{зп}$ – заробітна плата митника, грн/доб.;

$P(C)$ – ймовірність проходження вантажем Q_j митного контролю;

$C_{зб}$ – вартість знаходження вантажу в зоні митного оформлення, грн;

m – розмір партії вантажу, т;

$t_{мо}$ – час митного огляду однієї партії вантажу, год.

При цьому слід врахувати обмеження часу робочої зміни та часу переробки вантажу на термінальному комплексі. Обмеження до цільової функції (1):

$$\begin{cases} t_{пер} \leq t_{дог}; \\ \sum_{j=1}^n N_{9j}^{НРМ} W_j = \mu_9 \bar{q}_H; \\ T_H \sum_{j=1}^n N_j^{НРМ} W_j \geq Q; \end{cases} \quad (2)$$

де $t_{дог}$ – договірний час на переробку вантажу, год.

Запропонована модель вибору раціональної кількості виробничих ресурсів базується на комплексному підході для ухвалення рішення, що враховує інтереси всіх суб'єктів доставки, а також умови невизначеності.

При використанні запропонованої моделі вибору ресурсозберігаючої технології вантажного терміналу досягається підвищення ефективності використання виробничих ресурсів вантажного терміналу, що полягає в: скороченні непродуктивних простоїв персоналу і навантажувально-розвантажувальних механізмів, скороченні простою транспортних засобів під вантажними операціями, визначенні оптимальної кількості трудових та транспортно-складських ресурсів різних типів у зонах терміналу відповідно до обсягів вантажу на вході, скороченні часу просування вантажопотоку в ланцюзі постачання в результаті синхронізації логістичних потоків. Застосування запропонованої моделі дозволяє здійснювати оперативне планування та корегування існуючої технології при змінному попиті на обробку вантажів для економії транспортно-складських та трудових ресурсів, зменшити час прийняття управлінських рішень при організації процесу обробки вантажів на терміналі та підвищити якість обслуговування вантажовласників.

Висновки. Запропонована математична модель оптимізації виробничих (трудова, транспортно-складських) ресурсів вантажного терміналу, яка передбачає мінімізацію витрат, пов'язаних з обробкою вантажу на терміналі, та дозволяє здійснювати вибір ресурсозберігаючої технології вантажного терміналу при змінному попиті на обробку вантажів з урахуванням наявних резервів і технічного оснащення терміналу та з урахуванням інтересів вантажовласників і перевізників.

Застосування запропонованої моделі дозволяє підвищити ефективність використання транспортних засобів, трудових і транспортно-складських ресурсів за рахунок зменшення їх непродуктивного простою; забезпечує взаємоузгодження дій суб'єктів термінальної системи; обумовлює зменшення часу прийняття управлінських рішень при організації процесу обробки вантажів на терміналі та дозволяє підвищити якість обслуговування вантажовласників.

Перспективним напрямком є розробка програмного продукту для можливості оперативного прийняття управлінських рішень операторами (диспетчерами) термінальних комплексів щодо раціональної кількості виробничих ресурсів.

Список літератури

1. Нечаев Г.И. Основы организации работы и управления транспортно-складскими комплексами. – Луганск: ВУГУ, 1998. – 226 с.
2. Самойленко А.С. Удосконалення технології прискореної переробки тарно-штучних вантажів на терміналах в умовах ринку транспортних послуг: Автореф. дис. канд. техн. наук: Спец. 05.22.01 – транспортні системи. Харьк. нац. автомоб.-дорожн. ун-т – Х., 2009. – 22 с.
3. Шраменко Н.Ю. Виявлення проблем функціонування транспортно-складського комплексу в сучасних умовах / Н.Ю.Шраменко, Н.В. Кохановська // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті: наук.-техн. журнал/ редкол.: Г.І. Загарій (відп. ред) та ін. – Харків: 2010. – №3. – С 37-41.

4. Миротин Л. Б. Логистика, технология, проектирование складов, транспортных узлов и терминалов / Л. Б. Миротин, А. В. Бульба, В. А. Демин / . – М.: Феникс, 2009. – 416с.
5. Шраменко Н.Ю. Теоретико-методологічні основи ефективного функціонування термінальних систем при доставці дрібнопартійних вантажів: Монографія – Харків: ХНАДУ, 2010. – 156 с.
6. Шраменко Н. Ю. Методологический подход к формализации процесса функционирования терминальных систем в условиях ресурсосбережения / Н.Ю. Шраменко/ Вестник ПНИПУ «Охрана окружающей среды, транспорт, безопасность жизнедеятельности» – Пермь: 2013. - № 1. – С.186-194.
7. Шраменко Н.Ю. Определение технологических параметров функционирования терминального комплекса / Н.Ю. Шраменко // Вісник Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля: наук. журнал. – Луганськ: 2010. – № 7 (149). – С. 197–201.

Аннотация

МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РЕСУРСОВ ГРУЗОВОГО ТЕРМИНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Шраменко Н.Ю.

Предложена математическая модель оптимизации трудовых и транспортно-складских ресурсов грузового терминала, которая базируется на комплексном подходе. Применение модели позволяет осуществлять оперативное планирование и корректирование существующей технологии по обработке грузов на терминале при переменном спросе.

Abstract

MODEL OF OPTIMIZATION OF PRODUCTION RESOURCES OF CARGO TERMINAL HANDLER

Shramenko N.

The mathematical model of optimization of labor and transport-warehouse resources of cargo terminal is offered, which is based on an integrated approach. Application of the model allows for operational planning and adaptation of existing technologies for cargo handling on a terminal at variable demand.