

УДК 656.02

А.В. ПЕТРОВСЬКИЙ, Д.О. БЕРЕЗНИЦЬКИЙ
Херсонський національний технічний університет

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИКОРИСТАННЯ КОРИСНИХ ПЛОЩ СКЛАДІВ ПАЛЕТОВАНИХ ВАНТАЖІВ

У статті розглянуто питання оптимізації корисних площ складів штучних вантажів, а саме – палетованого вантажу. Запропоновано математичну модель оптимізації використання корисної площі за рахунок зменшення невикористаних площ. Критерієм цільової функції оптимізаційної моделі встановлено збільшення прибутку з урахуванням додаткових палет товару та економією від зменшення кількості разів транспортування. Подальшим розвитком отриманої математичної моделі є підключення програмного модуля на базі розробленої математичної моделі до загальної системи керування запасами підприємства.

Ключові слова: площа складу, палетований вантаж, критерій оптимізації

А.В. ПЕТРОВСКИЙ, Д.О. БЕРЕЗНИЦКИЙ
Херсонский национальный технический университет

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ОПТИМИЗАЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ПЛОЩАДЕЙ СКЛАДОВ ПАЛЛЕТИРОВАННЫХ ГРУЗОВ

В статье рассмотрен вопрос оптимизации полезных площадей составов штучных грузов, а именно - паллетированного груза. Предложена математическая модель оптимизации использования полезной площади за счет уменьшения неиспользованных площадей. Критерием целевой функции оптимизационной модели является увеличение прибыли с учетом дополнительных паллет товара и экономией от уменьшения количества раз транспортировки. Дальнейшим развитием полученной математической модели является подключение программного модуля на базе разработанной математической модели к общей системе управления запасами предприятия.

Ключевые слова: площадь склада, паллетированный груз, критерий оптимизации

A.V. PETROVSKII, D.O. BEREZNITSKII
Kherson National Technical University

SOME ASPECTS OF USE OPTIMIZATION OF REAL-ESTATE STORAGES OF PALLETS LOADS

The question of optimization of real-estates of compositions of piece loads is considered in the article, namely - pallet loads. The mathematical model of optimization of the use of real-estate is offered due to reduction of untapped areas. The criterion of objective function of optimization model is an increase of income taking into account additional pallets of loads and by an economy from reduction of amount of one times of transporting. Further development of the got mathematical model is connecting of the programmatic module on the base of the worked out mathematical model to general control system by the supplies of enterprise.

Keywords: area of storage, pallet loads, criterion of optimization

Постановка проблеми

На даний момент велика частина наукових праць, присвячених складській діяльності, так чи інакше пов'язана з оптимізацією витрат на збереження запасів, на вибір устаткування чи на організацію складських робіт [1,2]. Безумовно, ці напрямки є пріоритетними для більшості випадків після аналізу дослідження складської діяльності конкретного підприємства. Саме ці напрямки і дають найбільший економічний ефект після застосування логістичних процедур оптимізації складського господарства. Дуже часто виникає необхідність найбільшого використання корисної площі складу навіть при постійному попиті, при якому корисна площа складу використовується не повністю, а попит, проте, цілком задоволений. Звісно, такі ситуації виникають лише в тому випадку, якщо витрати на збереження менше витрат по іммобілізації оборотних коштів на додаткові запаси з наступним збільшенням затовареності складу. Сьогодні, в українській економіці, це можливо через процеси помірної девальвації національної валюти, особливо це стосується імпортованих товарів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Побудову математичних моделей оптимізації використання корисної площі більшість авторів [4-6] пов'язує із технологічним обладнанням, що є дуже коректним, оскільки планування корисної площі, технологічних зон складу залежить не тільки від виду вантажу зберігання, але й від механізмів ПТО: їх

геометричних розмірів, продуктивності, маневрових характеристик. Але ці фактори не є достатніми при дослідженні складського планування.

У статті [7] описуються можливості підвищення ефективності роботи складського господарства за рахунок організації стелажного збереження, впровадження системи адресного збереження, технології RFID, систем логістичного контролю закупівель. Для багатоярусного збереження палетованих вантажів є можливість вибору вузькопрохідних навантажувачів [8]. В сфері дослідження стелажного збереження, у статті [9], пропонується використання спеціальних видів стелажів - мезонінів [10] для непалетованих вантажів. Також одним із прикладів збільшення корисної площі складу є робота [11], у якій порівнюються варіанти складського ПТО для одержання більшого коефіцієнту заповнення складу. Всі ці моделі і приклади розраховані на те, що вся фізично доступна площа складу цілком розбивається на різні зони. Але в деяких випадках така розбивка не завжди можлива.

Формулювання мети дослідження

На малих підприємствах зустрічаються факти оренди складських приміщень, які не можуть бути використані повністю. Таким чином, метою дослідження є побудова математичної моделі одного з варіантів розширення корисної площі складу за рахунок, у силу різних причин, не використовуваних площ. Такими причинами можуть бути: і нерівна підлога для використовуваного складського ПТО, і проблеми з дахом, і проблеми зі стелажним устаткуванням і т.д. При цьому можливі деякі обмеження як на зворотні кошти, так і на кількість працюючих співробітників. Ефективність може бути досягнута при порівнянні витрат на збільшення закупівлі, збільшення площі і працюючих співробітників з альтернативним доходом, наприклад, банківським депозитом для юридичних осіб.

Викладення основного матеріалу дослідження

Критерієм цільової функції оптимізаційної моделі [3] є збільшення прибутку з урахуванням додаткових палет товару та економією від зменшення кількості разів транспортування. Одним з прикладів може бути модель запропонована нижче, в умовах існування навантажувального ПТО, закріпленого за кожним із вантажників (останні працюють в 1 зміну), наявністю водіїв з погодинною оплатою за штатним розкладом з орендованими автомобілями. Критерій оптимізації визначається як різниця між вказаним прибутком та прибутком, отриманим за попереднім розміщенням палет.

$$\Pi_n - \Pi_n \rightarrow \max \quad (1)$$

де Π_n - прибуток за новим розміщенням;

Π_n - прибуток за попереднім розміщенням.

$$\begin{aligned} \Pi_n &= D_n - B_n \\ \Pi_n &= D_n - B_n \\ \Pi_n - \Pi_n &= (D_n - D_n) - (B_n - B_n) = \Delta_D - \Delta_B \end{aligned} \quad (2)$$

де B_n - витрати за новим розміщенням;

D_n - доход за новим розміщенням;

D_n - за попереднім розміщенням;

B_n - витрати за попереднім розміщенням.

При цьому

$$\Delta_B = B_n - B_n = N_6 B_{ам} + N_6 B_{ФОП_6} - B_{ФОП_{вод}} + B_{рм} + B_3 \left(\left(1 + \frac{\Delta_1}{100} \right) (1 - Z_{зн}) - 1 \right) \quad (3)$$

де N_6 - кількість додаткових вантажників;

$B_{ам}$ - амортизація ПТО у місяць;

$B_{ФОП_6}$ - витрати на фонд оплати праці додаткових вантажників у місяць;

$B_{ФОП_{вод}}$ - економія витрат на фонд оплати праці водіїв, які простоюють у місяць;

Δ_1 - збільшення кількості закупівлі палетованого вантажу, %;

$Z_{зн}$ - знижка при закупівлі товару з урахуванням збільшеного обсягу закупівлі (%);

B_3 - вартість закупівлі партії палет товару;

$B_{рм}$ - витрати на ремонт у перерахунку на місяць:

$$B_{рм} = N_m Z_m / (12a) \quad (4)$$

де Z_m - вартість 1м² ремонту даху/корисної площі/інше з перерахування на a років;

N_M - кількість м² даху під ремонт;

a - кількість років амортизації за рівномірним методом списання амортизаційних витрат.

$$B_{\text{ФОПвод}} = B_{\text{ФОПвод роб}} + B_{\text{ФОПвод суб}} \quad (5)$$

де $B_{\text{ФОПвод роб}}$ - економія витрат на фонд оплати праці водіїв, які простоюють у робочі дні;

$B_{\text{ФОПвод суб}}$ - економія витрат на фонд оплати праці водіїв, які простоюють у суботу.

$$B_{\text{ФОПвод роб}} = N_p Z_T \frac{1}{60} \sum_{i=1}^{T_p} t_{z_i} \quad (6)$$

$$B_{\text{ФОПвод суб}} = N_6 Z_T \frac{1}{60} \sum_{i=1}^{T_6} t_{z_i}$$

де Z_T - тарифна ставка водія за 1 годину роботи;

t_{z_i} - кількість хвилин простоїв на кожен i -ту робочу годину;

N_p - кількість робочих днів на місяць;

N_6 - кількість вихідних днів на місяць;

T_p - кількість годин у зміні протягом робочого тижня;

T_6 - кількість годин у зміні протягом суботи.

Покупцям можна запропонувати знижку Z_n , при збільшенні обсягів закупівлі у підприємства Δ_{\uparrow} . Таким чином можна збільшити попит в порівнянні із збільшенням закупки у постачальника. Тоді збільшення прибутку за рахунок збільшення обсягів продажу:

$$D_n = \left(1 + \frac{\Delta_{\uparrow}}{100}\right) D_n \left(1 - \frac{Z_n}{100}\right) \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \Delta_D = D_n - D_n &= \left(1 + \frac{\Delta_{\uparrow}}{100}\right) D_n \left(1 - \frac{Z_n}{100}\right) - (D_n + D_{\% \text{ДЕП}}) \\ &= D_n \left(\left(1 + \frac{\Delta_{\uparrow}}{100}\right) \left(1 - \frac{Z_n}{100}\right) - 1 \right) - D_{\% \text{ДЕП}} \end{aligned} \quad (8)$$

де $D_{\% \text{ДЕП}}$ - сума коштів, отриманих як % від депозиту з перерахунку на місяць, як альтернативний дохід (тобто витрати пов'язані із збереженням, закупівлею додаткових палет, витрат на обслуговування, тобто збільшення кількості складських робітників і є сумою банківського депозиту з процентною ставкою для юридичних осіб).

Цільова функція потрібна визначити максимальну різницю між прибутком від додаткових палетомісць та означеною сумою. Якщо результат різниці від'ємний, це буде свідчити про відсутність необхідності у збільшенні корисної площі. При цьому можливі варіанти: оформити банківський депозит на вищезначену суму або міняти стратегію керування складом.

Загальна цільова функція має вигляд:

$$\begin{aligned} & D_n \left(\left(1 + \frac{\Delta_{\uparrow}}{100}\right) \left(1 - \frac{Z_n}{100}\right) - 1 \right) - D_{\% \text{ДЕП}} \\ & - \left(N_6 B_{\text{ам}} + N_6 B_{\text{ФОПв}} - Z_T \frac{1}{60} \left(N_p \sum_{i=1}^{T_p} t_{z_i} + N_6 \sum_{i=1}^{T_6} t_{z_i} \right) + \frac{N_M Z_M}{12a} \right. \\ & \left. - B_3 \left(1 - \left(1 + \frac{\Delta_{\uparrow}}{100}\right) (1 - Z_{\text{сп}}) \right) \right) \rightarrow \max \end{aligned} \quad (9)$$

де Z_n – знижка при продажу товару після урахування збільшеного обсягу закупівлі (%).

Одним із умов обмежень може бути річний фонд оплати праці додаткових вантажників, оскільки депозит банк поверне лише через рік, тобто ці кошти будуть заморожені на рік, тому всі додаткові витрати повинні бути перераховані на цей термін. Що стосується витрат на закупівлю збільшеного обсягу досліджуваного товару – депозитних грошей повинно вистачити лише на першу закупівлю.

Таким чином система обмежень прикладу має наступні умови:

- сума вартості закупівлі надлишкових витрат на ремонт даху та витрат на річний фонд оплати праці додаткових вантажників не повинна перевищувати розмір депозиту, як альтернативного доходу юридичної особи;
- всі вантажники повинні бути зайняті не більше $T_{зм2}$ і не менше $T_{зм1}$ робочих годин кожен робочий день.

$$\left\{ \begin{array}{l} N_M Z_M + N_B B_{\Phi O ПБ} + B_3 \left(1 - \left(1 + \frac{\Delta_T}{100} \right) (1 - Z_{3M}) \right) \leq D_{\% / ДЕП} + \\ + Z_T \frac{1}{60} \left(N_p \sum_{i=1}^{T_p} t_{3_i} + N_B \sum_{i=1}^{T_B} t_{3_i} \right) \\ Z_M \geq Z_{2p} \\ T_{зм1} * 60 \leq \frac{1}{(N_B + N_{пБ})} (t_{зк} T_{зк} + t_{кв} T_{кв} + t_{пз} T_{пз}) \leq T_{зм2} * 60 \\ N_B, Z_M \geq 0 \end{array} \right. \quad (10)$$

де $t_{зк}$ – час переміщення 1 палети із зони збереження до зони комплектації, хв.;

Z_{2p} – нижня межа вартості ремонту 1м² даху/підлоги/інше;

$T_{зк}$ – кількість палет переміщення (у середньому на день) із зони збереження до зони комплектації;

$t_{кв}$ – час переміщення 1 палети із зони комплектації до зони відправки, хв.;

$T_{кв}$ – кількість палет переміщення (у середньому на день) із зони комплектації до зони відправки;

$t_{пз}$ – час переміщення 1 палети із зони прийомки та сортування до зони збереження, хв.;

$T_{пз}$ – кількість палет переміщення (у середньому на день) із зони прийомки та сортування до зони збереження;

$N_{пБ}$ – кількість вантажників за попереднім розміщенням палет.

Після визнання економічної ефективності розширення подальша оптимізація може проводитися за допомогою концепції [12].

Висновки

Побудована математична модель задачі лінійного програмування (9) та (10) є одним з варіантів подальшої оптимізації витрат на невеличких торговельних підприємствах з орендованим/власним складом. Подальшим розвитком отриманої математичної моделі є включення її до загальної системи керування запасами підприємства.

Список використаної літератури

1. Гаджинский А.М., Логистика. - М.: 6-е изд. "Дашков и К", 2003, - 407с.
2. Майзнер Н.А., Складская логистика. В: ТГЭУ, 2006, - 175с.
3. Таха Х.А. Исследование операций. Справочник. – М.: Высшая школа, 2006, - 640 с.
4. Как рассчитать технологические зоны склада. . – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://proektirovanie.in.ua/kak-rasschitat-tehnologicheskie-zony-sklada.html>
5. Логистика складирования. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.xcomp.biz/tema-7-logistika-skladirovaniya.html>
6. Показатели работы склада. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://uchebnik-online.net/book/479-logistika-uchebnoe-posobie-anzajcev/48-83-metody-optimizacii-sistemy-skladirovaniya.html>
7. Складская автоматизация: необходим комплексный подход. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.umpro.ru/index.php?page_id=17&art_id_1=670&group_id_4=64
8. 23-я международная выставка транспортных технологий, логистических решений, сервиса и складских систем. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://stl-expo.ru/ru/news/index.php?id4=1427>

9. Вместимость склада: как увеличить полезную площадь. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gd.ru/articles/3971-vmestimost-sklada>
10. Мезонин. Многоуровневые стеллажи. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tpspo.com.ua/oborudovanie/skladskoe-oborudovanie/37-mezonin-mnogourovnevye-stellazhi>
11. Выбор рациональных параметров перемещения складских запасов. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ea.dgtu.donetsk.ua:8080/bitstream/123456789/10942/1/Мазниченко%20Е.А.,%20Водолазская%20Н.В..pdf>
12. Моделирование технологических процессов на складе. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.logistical.ru/docs/LogisticsHelp/warehouse_model.html