

МЕТОДИКА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ ПО МІСЦЮ РОЗТАШУВАННЯ ПРОДУКЦІЇ В СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕННЯХ

УДК 004.75, 65.011.56

ДІДУК Віталій Андрійович

кандидат технічних наук, Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, м. Черкаси, Україна

Наукові інтереси: автоматизація виробничих та невиробничих процесів, мікропроцесорна техніка, робототехніка, професійна підготовка майбутніх інженерів.

e-mail: inokc@bk.ru

Для задоволення вимог замовника до якості, своєчасності поставок і цінами вся продукція, готова до споживання, повинна бути своєчасно, з мінімальними витратами і без шкоди для якості доставлена в необхідній кількості в обумовлені терміни до тих споживачів, які проявили на неї попит. Логістика у сфері розподілу являє собою комплекс стратегічних, організаційних, фінансових та інших заходів, тісно пов'язаних між собою в гнучку систему управління матеріальними, інформаційними, фінансовими та іншими потоками в невиробничий період

Логістика вивчає і здійснює наскрізне управління матеріальними потоками, тому вирішувати різні завдання розподільного характеру доводиться на всіх етапах:

- розподіляються замовлення між різними постачальниками при закупівлі товарів;
- розподіляються вантажі по місцях зберігання при надходженні на підприємство;
- розподіляються матеріальні запаси між різними ділянками виробництва;
- розподіляються матеріальні потоки в процесі продажу і т. д.

Розподіл матеріальних потоків вже досить давно є суттєвою стороною господарської діяльності. Проте нинішнє становище однієї з найбільш важливих функцій воно набуло лише порівняно недавно. У країнах з розвинутою ринковою економікою в 50-х - початку 60-х років системи розподілу розвивалися в значній мірі стихійно. Окремі підфункції, які в сукупності утворюють

функцію розподілу, трактувалися як самостійні функції управління. Інтегрований погляд на функцію розподілу отримав розвиток в 60-х - початку 70-х років. У цей період прийшло розуміння того, що об'єднання різних функцій, що стосуються розподілу виробленого продукту в єдину функцію управління, несе в собі великий резерв підвищення ефективності. Результатом інтегрованого підходу до реалізації різних функцій розподілу стало включення розподілу в структуру функціонального управління організацій і підприємстві.

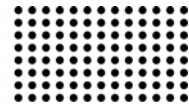
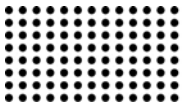
У торгівлі прикладом інтеграції різних підфункцій розподілу може служити виділення і розвиток спеціальних структур, що займаються постачанням магазинів. У країнах з розвинутою ринковою економікою такі структури розподілу в 70-і роки стали створювати і розвивати великі ланцюги роздрібною торгівлі. Вітчизняний досвід представлений організацією централізованої доставки товарів в магазини експедиційними підрозділами торгових оптових баз [3].

З ростом товарообороту та збільшенням запитів від споживачів, питання ефективної організації розподілу продукції на складах та організація логістики їх доставки набирає все більшої актуальності.

Метою роботи є розробка методики планування ефективного розміщення продукції на складських приміщеннях.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ

В умовах швидкозростаючої конкуренції компанії, що займаються збереженням та транспортуванням продукції



змушені постійно вдосконалювати методи, спрямовані на управління складом, підвищувати його продуктивність, а також рівень обслуговування клієнтів. Зростання попиту на високий рівень обслуговування призводить до необхідності підвищення швидкості і точності інвентаризації, своєчасного обслуговування поставки, можливості виконання індивідуального замовлення, надання гнучкого сервісу з доданою вартістю і здатності реагувати на спеціальні запити клієнтів [2].

Для того щоб вирішити перераховані вище завдання, багато компаній застосовують інноваційний підхід – систему управління складом (англ. Warehouse Management System). Система управління складом (WMS) являє собою програмний додаток, яке спеціалізується на оптимізації, частковій автоматизації та підтримки повсякденних операцій в межах складу. При цьому WMS-системи можуть бути як частиною ERP-системи (англ. Enterprise Resource Planning), так і автономними, що включають в себе складні AIDC- технології. Система WMS здійснює збір, зберігання і передачу інформації, яка необхідна для ефективного управління матеріальним потоком всередині складу, контролює рух матеріалів в межах складу, виробляє точний і своєчасний облік всіх товарів шляхом реєстрації складських операцій і оптимізує запаси за допомогою постійного контролю інформації про їх стан [1, 2]. Також досить часто підприємства обмежуються звичайними системами обліку продукції на складі.

Відмінності між WMS і обліковими системами, за великим рахунком, стають зрозумілі вже виходячи з назви класифікації програмного продукту – система управління і система обліку, не рахуючи функціональних аспектів.

Якщо говорити про WMS-системи, то основне їхнє призначення – це управління технологічними процесами на складі. Професійні рішення забезпечують автоматизацію, оптимізацію і контроль всіх складських процесів в наскрізному режимі (приймання, розміщення, зберігання, комплектація вантажів і багато іншого, в залежності від класифікації і набору функцій програмного продукту). Також WMS дозволяють забезпечити контроль і оптимізацію роботи персоналу, техніки та догляд за садом і багато іншого.

До «облікового» функціоналу можна віднести таку реалізацію процесу, коли співробітник самостійно вирішує, як виконати операцію набору. Співробітник оцінює необхідний обсяг, типорозміри тари і вантажної техніки, вибирає собі конкретні завдання або їх групи у вигляді списку накладних, під час виконання завдань вирішує, чи буде він їх виконувати або пропустить, щоб повернутися потім.

У випадку з WMS співробітник отримує вже сформовані, конкретні вказівки від системи, а саме: взяти задані типорозміри тари, використовувати задану техніку, при спробі відмови від завдання – чітко вибирати причину, щоб система могла ініціювати запуск іншого, паралельного процесу (наприклад, контроль кількості в осередку, контрольний перерахунок вантажів з певними атрибутами, перевірка ваго-габаритних характеристик і інше) [4].

Чим більше залежність від співробітників, тим більша ймовірність похибок в роботі та менша швидкість структури в цілому.

Проте навіть WMS системи не володіють достатньо розвиненими алгоритмами прийняття рішення, аби в повній мірі автоматизувати роботу складу з максимальною ефективністю використання площ та часу обробки завдань.

Загальні процеси обробки потоків продукції умовно можна розподілити на 3 складові [3]:

1. Доведення матеріального потоку до виробництва;
2. Управління процесом проходження потоку всередині виробництва;
3. Управління процесом доведення готової продукції до споживача.

Найбільший науковий інтерес становить пункт №2 – управління процесом проходження потоку всередині виробництва, оскільки на сьогоднішній день він є найменш досліджений.

Для здійснення повної автоматизації прийняття рішення по розміщенню товарів в складських приміщеннях потрібно розглянути значну кількість факторів, що впливатимуть на нього.

Загалом, при автоматизації прийняття рішень в складських приміщеннях, варто розпочати з відповідного зонування території. Перелік основних технологіч-

них операційних ділянок (зон) для раціонального розміщення товару на складі, які повинні бути пов'язані один з одним проходами і проїздами:

- ділянка розвантаження
- ділянка приймання за кількістю і якістю
- ділянка зберігання
- ділянка комплектування замовлень
- ділянка відвантаження

Оптимальне зонування складу: ділянка розвантаження примикає до зони приймання за кількістю і якістю. Ділянка зберігання примикає до зони комплектування замовлень і знаходиться поруч з ділянкою відвантаження.

У зоні приймання за кількістю і якістю ведеться облік прибулого товару, облік тимчасового зберігання до передачі товару в зону зберігання складу.

При підготовці товару до зберігання формуються місця зберігання. У зону зберігання товари надходять із зони приймання або зони розвантаження [6]. Зона зберігання є найбільш відповідальною.

Зберігання продукції на складах необхідно виконувати таким чином, щоб при наступних технологічних операціях число переміщень складських службовців було мінімальним. З цієї метою ділять всі товарні позиції на три групи, після чого для їх зберігання виділяють «гарячі» і «холодні» складські зони. Щоб оптимально розділити всю номенклатуру, необхідно скористатися методиками ABC і XYZ-аналізу. В даному випадку основним критерієм розподілу товарних позицій на групи стане виступати число підходів / переміщень складського персоналу при виконанні технологічних операцій, зокрема при процедурі комплектації замовлень від виробництв або клієнтів.

Для проведення ABC або XYZ-аналізу необхідно зібрати статистичні дані, переважно не менше ніж за попередній рік. Інформація повинна містити: найменш за кожною товарною позицією, число замовлень і число відвантажених універсальних вантажних одиниць помісячно по кожній товарній позиції. Після складання статистичної бази весь товарний асортимент по ABC-аналізу ділять на три групи. Як правило, поділ проводиться в класичних пропорціях: група А - 20%, група В - 30%, група С - 50%. Критерієм поділу є число замовлень по кожній товарній позиції.

Щоб вирішити кінцеве завдання про розміщення товарів у «гарячу» і «холодні» зони, необхідно скласти матрицю результатів ABC, XYZ-аналізу. Зазвичай зіставлення результатів проведеного аналізу проводиться в MS Excel за допомогою функції сортування і займає мінімальну кількість часу.

Таким чином, після розстановки всіх позицій за відповідними категоріями отримують інформацію щодо розподілу продукції по зонах. Зазвичай, до «гарячої» зони зберігання будуть віднесені позиції, що знаходяться в квадратах AX, AY, BX, до «середньої» зони зберігання – позиції, що знаходяться в квадратах AZ, BY, CX, і до «холодної» зони зберігання – позиції, що знаходяться в квадратах BZ, CZ, CY [5].

Навіть за такого підходу, інформація про розташування продукції не є повною, оскільки безперервний обіг продукції неминуче призведе до її змішування і втрати часу на пошук потрібної позиції.

Угрупування товарів в зонах зберігання в залежності від оборотності, ліквідності, частоти звернень. Розміщення груп товарів з більш високими показниками ближче до виходу із зони і на нижніх ярусах зберігання, відбір з яких ведеться без використання допоміжних інструментів і техніки.

Угрупування товарів за обсягом упаковки. Розміщення товарів відбувається так, щоб упаковки з великими обсягами знаходилися на початку маршруту комплектувальника, а упаковки меншого обсягу – ближче до кінця. Таким чином, здійснюючи відбір товару на замовлення клієнтів, комплектовщик складає на піддон або в короб спочатку великі упаковки, а потім дрібні, не витрачає час на перекладання товару в процесі відбору [8].

Угрупування товарів в місцях зберігання. Угрупування товарів за частотою звернення. Розміщення груп товарів з більш високою частотою звернення на ярусах, відбір з яких ведеться без використання допоміжних інструментів і техніки.

Угрупування товарів за вагою упаковки. Розміщення груп товарів з великою вагою упаковки на нижніх ярусах стелажа, що скорочує трудовитрати персоналу складу по розміщенню і відбору товару.

Автоматичне визначення мінімально потрібного осередку зберігання для товару. Для реалізації цього методу необхідно створити довідник габаритів всіх

осередків зберігання на складі, а також фіксувати об'ємно-вагові характеристики вступників товарів (транспортних упаковок і штук) [7].

З огляду на це, можна сказати, що кожна продукція на складі може володіти певним комплексним показником K , що вказуватиме на довготривалість зберігання, вагу, габаритні розміри, частота клієнтських запитів. Таким чином, чим вищий показник даного коефіцієнта – тим ближче до зони відвантаження він має знахо-

дитись, а отже, й сама «гаряча зона» з ділянками АХ, АУ, ВХ. З'являється можливість навіть в вузьких рамках однієї зони провести градацію її розподілу та підвищити ефективність розташування в них продукції.

З огляду на розглянуту інформацію, можна побудувати спрощену модель автоматизованої комп'ютерної системи прийняття рішення розташування продукції на складі (рис. 1).

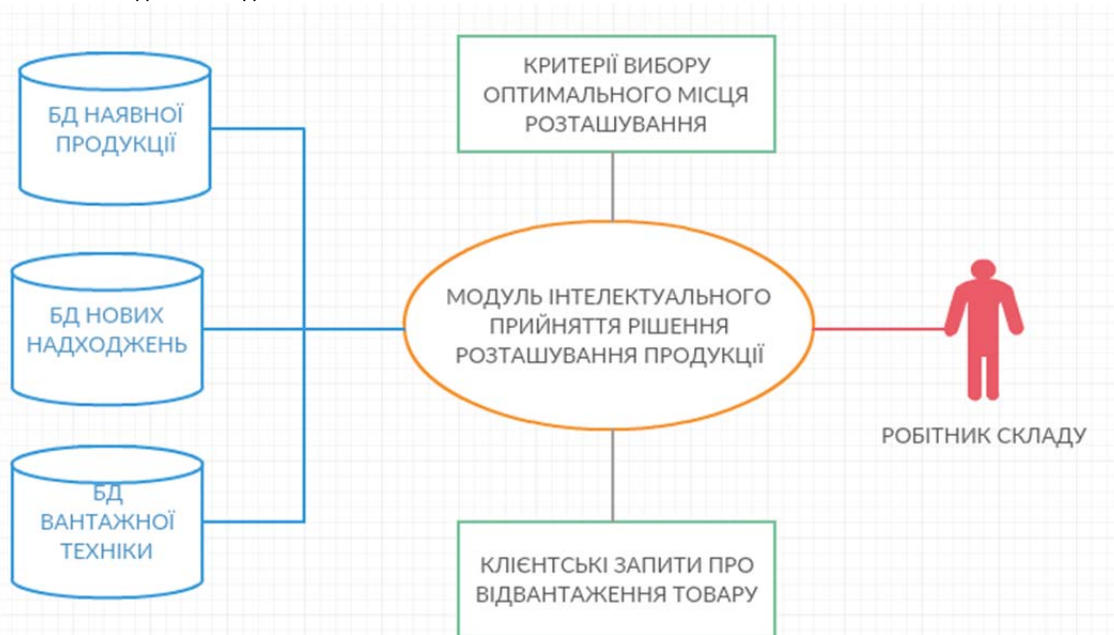


Рис. 1. Блок-схема спрощеної моделі автоматизованої системи прийняття рішення розташування продукції на складі

Дана модель дозволить модернізувати існуючі WMS системи таким чином, що система не тільки вестиме облік наявного товару та складської техніки з генерацією звітності та завдань, а й в реальному часі пропонуватиме оптимальні варіанти розташування продукції на території складу.

Даний підхід дозволить здійснити також перехід до повністю автоматичного складу за умови наявності автоматичних завантажувачів та розвинутої системи ідентифікації зберезуваних об'єктів. Оскільки товари зберігаються в типовій тарній упаковці, застосовувати елементи машинного зору є недоцільним.

При наявності автоматичних складських завантажувачів для обслуговування складських приміщень достатньо буде лише однієї людини, яка контролюватиме ведення облікової інформації та встановлюватиме для

кожного товарного надходження додаткові вагові коефіцієнти чи інші мітки.

Таким чином, дану методику можна застосувати в моделі процесу надходження товару на складі, що розроблена в роботі [2].

Після надходження товару на склад його не доведеться розміщувати в будь-якому доступному місці. Суть роботи працівника зведеться переважним чином до прийомки товару та внесення супровідної інформації, у разі її відсутності, до системи. Для оптимізації роботи складу та переведення його в автоматичний режим система повинна буде додатково розрахувати критерії оптимізації розміщення товарів на складі. До таких критеріїв можна віднести час зберігання товару, маса, цінність та інше.

Ваговий коефіцієнт визначатиметься в системі як відношення часу на його транспортування в середині

складських приміщень до прогнозованого часу його зберігання:

$$k = \frac{t_{\text{трансп}}}{t_{\text{зберігання}}} \quad (1)$$

де, k – ваговий коефіцієнт товару, $t_{\text{трансп}}$ – час, затрачений на транспортування товару по території складу, $t_{\text{зберігання}}$ – орієнтовний час зберігання товару, протягом якого з товаром не буде здійснюватися ніяких операцій [2].

Під час попередньої оцінки, застосування вагового коефіцієнта, оскільки час, затрачений на транспортування товару по території складу є набагато меншим за орієнтовний час зберігання товару, $t_{\text{трансп}}$ можна знехтувати і прирівняти

до 1. Тоді оцінка показує, що при наближенні значення коефіцієнта до одиниці, його потрібно розташовувати найближче до входу, чим менше від одиниці буде обраховане значення коефіцієнту, тим далі можна розташувати товари в приміщенні складу.

Для прикладу, якщо здійснювати повну автоматизацію складу та введення в його склад автоматичних завантажувачів, або мобільних маніпуляторів, весь склад потрібно розділити на сектори по категоріях товарів. В кожному секторі повинні міститись стійки, для змоги розміщення вантажів в декілька ярусів. За такого підходу важчі товари мають розташовуватись в нижніх ярусах, легші – у верхніх. Цінні товари мають зберігатися в окремих під-секторах, для усунення ймовірності випадкового пошкодження під час роботи з іншими товарами.

Таким чином, раніше запропонована модель діаграми процесу надходження товару на склад, що запропонована в [2], включно з блоком розрахунку вагового коефіцієнту набуде вигляду, приведеного на рис. 2.

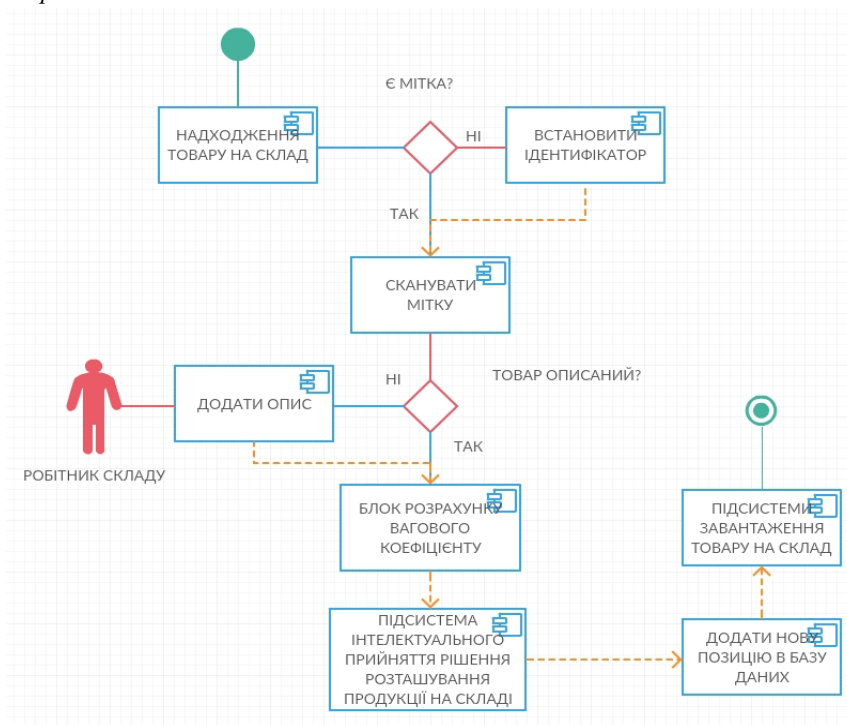
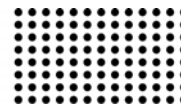
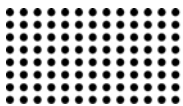


Рис. 2. Удосконалена спрощена діаграма процесу надходження товару на склад

У ході досліджень та аналізу наявних технологій, оптимальним варіантом використання в якості міток є NFC / RFID мітки [9, 10]. На сьогоднішній день такий підхід також використовується, проте використовувати мітки дають можливість зчитати тільки ідентифікатор.

Вся інша інформація має міститися в системній базі даних. Під час інспекції складських приміщень забезпечити зв'язок з центральними системами не завжди виявляється можливим, тому, в роботі пропонується застосувати технологічні NFC / RFID мітки, які дозволять



також містити в собі іншу інформацію, таку, як права власності на товар, його описання, час зберігання, можливі місця призначення та інше [2].

Таким чином, під час організації складського приміщення у вигляді типізованих стійок та введення в дію інтелектуального модуля прийняття рішення розташування продукції на складських площах згідно критеріальних характеристик отримана можливість реалізації автоматичного складу з автономними завантажувальними пристроями, що без участі людини здійснюватимуть всі маніпуляції в складських приміщеннях. За рахунок введення запропонованих NFC / RFID міток з'являється можливість надійної безконтактної ідентифікації товару з переліком всієї додаткової інформації без необхідності введення додаткових каналів зв'язку з центральними базами даних, що також може спотворити інформацію. Також, на кожне місце для зберігання товару можна додатково встановити свої мітки, що дасть змогу автозавантажувачам верифікувати свої дії під час здійснення завантаження [2].

При наявності автоматичних складських завантажувачів для обслуговування складських приміщень достатньо буде лише однієї людини, яка контролюватиме

ведення облікової інформації та встановлюватиме для кожного товарного надходження додаткові вагові коефіцієнти чи інші мітки.

ВИСНОВКИ

Виконані дослідження показали можливість підвищення ефективності розташування в складських приміщеннях з поділом по зонах інтенсивності запитів та інших критеріальних показників. У роботі проведений аналіз роботи складських систем, підходи до зонування складських приміщень. Запропоновано спрощену модель автоматизованої системи прийняття рішення розташування продукції на складі, що може бути застосований для модернізації існуючих WMS систем, чи лягти в основу створення нових. Підібрано повний комплект апаратного забезпечення для реалізації бездротових засобів отримання інформації про продукцію, яка зберігається з розширеним переліком даних про неї. Запропоновано критерій оптимізації під час завантаження складських приміщень. Результати дослідження можуть бути застосовані для проведення автоматизації роботи складських приміщень в будь-якій галузі промисловості.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Usachëva M. M. OBOSNOVANYE NEOBKHOBYMOSTY VNEDRENYIA SYSTEMY UPRAVLENYIA SKLADOM / M. M. Usachëva, N. P. Karpova. // Vestnyk molodykh uchenykh SHËU. – 2017. – №1. – S. 169 – 171.
2. Diduk V. A. Informatsiina model diialnosti avtomatychno sklada nespuchykh materialiv / V. A. Diduk, T. V. Bodnenko. // Naukovi pratsi : nauk. zhurn. / Chornom. nats. un-t im. Petra Mohyly. Seriya: Kompiuterni tekhnolohii;. – 2017. – S. 34–44.
3. Optymyzatsiia razmeshcheniia tovara na sklade [Elektronnyi resurs]. – 2010. – Rezhym dostupu do resursu: <https://works.doklad.ru/view/bsRwBjBE-c4.html>.
4. Kyzub A. Praktykum / Staty AVTOMATYZATSYIA SKLADA: UCHETNYIE SYSTEMY I WMS — EST LY RAZNYTSA? [Elektronnyi resurs] / A. Kyzub // 2012 – Rezhym dostupu do resursu: <https://customsexpert.ru/articles/avtomatizatsiya-sklada-uch.htm>.
5. Dëmyñ V. Optymyzatsiia tekhnolohycheskoho protsessu na sklade (Chast 2) / V. Dëmyñ. // Sklad y Tekhnyka. – 2005. – №10. – S. 25 – 38.
6. Effektivnoe yspolzovanye skladsykh ploshchadei [Elektronnyi resurs] // ABM Cloud. – 2018. – Rezhym dostupu do resursu: <http://abmcloud.com/effektivnoe-ispolzovanie-skladskih-ploshchadei/>.
7. Optymyzatsiia razmeshcheniia tovara na sklade farmdystrybiutora [Elektronnyi resurs] // Lobanov-Logist.ru. – 2017. – Rezhym dostupu do resursu: https://www.lobanov-logist.ru/library/all_articles/54238/.
8. Karpova N.P., Shekhovtsov A.A. Avtomatyzatsiia upravleniia skladsykm tekhnolohycheskym protsessom // Sovremennye nauchnye yssledovaniia. Выр.
9. M24LR64E-R [Elektronnyi resurs] // STMicroelectronics. – 2014. – Rezhym dostupu do resursu: <http://www.st.com/st-web-ui/static/active/en/resource/technical/document/datasheet/DM00047008.pdf>
10. M24LR16E-R [Elektronnyi resurs] // STMicroelectronics. – 2013. – Rezhym dostupu do resursu: <http://www.st.com/st-web-ui/static/active/en/resource/technical/document/datasheet/DM00031737.pdf>.

*Рецензент: д.т.н., проф. В.Ф. Коваленко
Херсонський національний технічний університет*