

Русак А.Л.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТА КРИТЕРІЇВ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНИХ СКЛАДІВ

У статті розглянуті вимоги до сучасних низькотемпературних складів, наведені критерії ефективності їх роботи. Представлено огляд моделей, методів та критеріїв оцінювання та оптимізації параметрів функціонування складу, які найчастіше використовуються у дослідженнях. Проаналізована можливість застосування цих методів для оцінки та оптимізації параметрів роботи складу-холодильника.

Ключові слова: низькотемпературні склади, критерії ефективності роботи, матеріальний потік, економія енергоресурсів, вартісні та енергетичні критерії.

Актуальність. Однією з особливостей сучасного світу є постійне зростання споживання, обумовлене низькою причин, серед яких – розвиток технологій виробництва товарів, активне застосування інструментів маркетингу під час їх розповсюдження, зростання покупної спроможності населення. В усьому світі в сегменті продуктів харчування збільшується доля заморожених продуктів та напівфабрикатів. Виробництво, транспортування та зберігання такої продукції має особливі вимоги до температури, вологості, санітарної чистоти. В умовах підприємства - виробника обов'язковим є використання низькотемпературних складів, де здійснюється зберігання як готової продукції, так і сировини.

На даний момент дуже велике значення мають питання економічного використання енергоресурсів на низькотемпературних складах: 40% витрат в логістиці йде на ці потреби, а 60% — на трудові витрати. [12]. Ця проблема особливо актуальна для підприємств, які функціонують впродовж довгих років. Більшість з них здійснюють зберігання сировини і продукції на низькотемпературних складах, побудованих декілька десятиліть тому. Часто їх конструкція не дозволяє застосувати сучасну холодильну техніку, упровадити нові технології зберігання і переміщення вантажів, а існуючі умови роботи вимагають великої кількості обслуговуючого персоналу.

Постановка проблеми. Існує декілька варіантів вирішення проблеми підвищення економічної ефективності роботи низькотемпературних складів. Це спорудження нових складських приміщень; докорінна реконструкція існуючих складів; використання підприємством орендованих площ. Будь-який з цих варіантів повинен передбачати оптимізацію матеріалопотоків підприємства, яка враховуватиме всі особливості його функціонування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Методика аналізу ефективності роботи складу як елементу логістичної системи підприємства висвітлена в працях таких вчених, як Д. Бауерсокс, Є. Крикавський, В. Ніколайчук, та ін. Протягом останніх років над питанням оптимізації параметрів функціонування складу працювали українські вчені Г. Баранець, О. Кудіна, Т. Лагоцький, Г. Нечаєв, Р. Савон, І.Сіренко та ін. Серед російських вчених виділяються Б. Міротін та О. Рикошинський.

Українські вчені, досліджуючи питання, пов'язані з оцінкою параметрів та оптимізацією функціонування складу, застосовують досить широкий спектр методів. Г. Баранець [1] застосовує економіко-математичні моделі – для наукового обґрунтування рівня страхових запасів матеріальних ресурсів та надійності забезпечення ними; системного підходу – для розробки логістичної системи управління матеріальними і фінансовими потоками підприємства.

О. Кудіна [4] у своїй дисертації використовує методи системного аналізу – для вивчення організаційно-методичних засад формування системи управління матеріальними потоками; теорії дослідження операцій та генетичного алгоритму – для обґрунтування алгоритму прийняття оптимальних рішень та оцінки стану функціонування системи управління ресурсним забезпеченням; методи аналогового та експертного прогнозування – для забезпечення потреб ресурсного забезпечення підприємства.

Т. Лагоцький [5] для розробки симулятивних моделей функціонування системи запасів використовує метод економіко-математичного моделювання та економетричного моделювання, кореляційного і регресійного аналізу.

Г. Нечаєв [7] використовує для розробки моделей ланок транспортно-складської системи методи дослідження операцій та теорію управління запасами.

І. Ніколаєнко [8] у своїй дисертації пропонує використовувати теорію графів для побудовання базової моделі інтегрованої логістичної системи, математичний апарат теорії імовірності і математичної статистики для кількісного аналізу факторів ризику в інтегрованій логістичній системі.

Р. Савон [10] використав порівняльний аналіз – для розробки методичних основ управління виробничими запасами; статистичні й математичні методи (ABC – аналіз, XYZ – аналіз) – для розробки комплексу показників, що відображають стан системи управління виробничими запасами.

І. Сіренко [11] Запропонував методику аналізу функціонування матеріальних, інформаційних та фінансових потоків підприємства, основою якої є визначення ефективності діяльності управлінського персоналу, організації його роботи, використання необхідних засобів автоматизації та механізації, рівня підготовленості управлінського персоналу, відповідності його діяльності виробленій стратегії розвитку підприємства, що дозволить

виявити сильні та слабкі сторони управління логістичним циклом при здійсненні структурних перетворень для створення логістично-орієнтованої системи на промислових підприємствах. Крім того, даний автор вважає, що основними в логістиці є методи математичного моделювання та прогнозування – гомоморфні імітаційні економіко-математичні та математичні моделі.

Для обробки масивів статистичних і розрахункових даних, а також для створення систем підтримки прийняття рішень щодо управління матеріальними потоками широко застосовуються сучасні інформаційні технології.

Мета. Метою статті є дослідження технологічних параметрів та критеріїв ефективності роботи низькотемпературних складів, визначення моделей та методів оптимізації матеріалопотоків.

Задачі досліджень. Проаналізувати особливості техніко-економічних характеристик низькотемпературних складів у порівнянні із звичайними складами; навести класифікацію складів-холодильників та особливості технології їх роботи; визначити критерії ефективності для оцінки роботи низькотемпературних складів; обрати моделі та методи оптимізації руху матеріальних потоків підприємств, що їх використовують.

Результати досліджень. Будь-який складський комплекс — це елемент логістичної структури, системи обробки матеріального потоку. Тому організація системи складування повинна будуватися з урахуванням її місця у виробничому процесі.

Логістичне вирішення складу повинне передувати створенню архітектурно-будівельного проекту. Зворотне спричиняє за собою проблеми використання ефективних логістичних технологій на неправильно спроектованих складських площах. Місткість складу повинна розраховуватися, не виходячи з поточних потреб, а з розрахунку перспективи попиту як мінімум семи-восьми років.

При виборі програмного забезпечення для автоматизації складського обліку слід знати, що сьогодні на ринку існує безліч програмних рішень, що функціонально відповідають високим вимогам користувачів. Проте, завжди необхідні доопрацювання, що враховують специфіку функціонування конкретного підприємства.

Склади з регульованим температурним режимом мають ряд особливостей в порівнянні із звичайними сухими складами класу «А», які відбиваються в їх техніко-економічних характеристиках. Нижче наведені особливості техніко-економічних характеристик складів з регульованим температурним режимом, в порівнянні із звичайними сухими складами класу «А» [13].

1. Низькотемпературні склади мають конструктивні відмінності від звичайних складів — перш за все по теплоізоляції, вентиляції, кондиціонуванню та іншим параметрам. Будівництво низькотемпературного складу обходиться в середньому в два рази дорожче за будівництво звичайного сухого складу; термін окупності такого проекту складає 5—8 років.

2. При будівництві низькотемпературних складів пред'являються підвищені вимоги до прокладання інженерних комунікацій, і потрібно використовувати дорожчі матеріали і устаткування.

3. Окрім зон зберігання продукції (тобто, безпосередньо складів) в комплексі низькотемпературного складу необхідні додаткові технічні приміщення: компресорна, пульт управління холодильним устаткуванням, машинне і апаратне відділення холодильних установок. На складі повинні бути додаткові підйомно-секційні ворота в камери глибокого заморожування, додаткові теплові завіси на зовнішні доки. Окремого устаткування вимагають спеціальні камери «шокового» заморожування і зони роботи з товаром.

4. Пред'являються підвищені вимоги до електромереж — навантаження на них в три-чотири рази вище, ніж в звичайних складах.

5. Особлива увага приділяється облаштуванню підлоги для уникнення промерзання і спучення ґрунту. Для цього зазвичай застосовується електропідігрів підлоги або облаштування підлоги з підпіллям, що продувається (свайні підлоги).

6. Для забезпечення безперебійної роботи устаткування потрібне утеплення стін і крівлі теплоізолюючим матеріалом. Також необхідно передбачити антикорозійну обробку всіх металевих поверхонь і металоконструкцій.

7. Особливі вимоги пред'являються до безпеки холодильного устаткування.

8. Велике значення має інформаційна взаємодія користувачів з персоналом складу. При позаштатній ситуації — відключенні електрики, поломці холодильного устаткування і тому подібне — користувач повинен бути негайно повідомлений, щоб встигнути перевезти продукцію на інший склад і мінімізувати фінансові втрати.

Окрім основного набору послуг за поданням холодильних складських площ, окремих холодильних і морозильних камер, термостатичних контейнерів і рефрижераторних контейнерів, що працюють в цілодобовому режимі приймання та відвантаження продукції, можуть пропонуватися і додаткові послуги.

Склади з регульованим температурним режимом можуть бути класифіковані по наступних ознаках [9]:

- температурний діапазон;
- якість інженерного забезпечення, економічні і логістичні характеристики;
- товарна спеціалізація;
- поверховість і висота стель.

Основна умова успішності складу — це його стабільна і надійна робота. Як основні чинники, що визначають привабливість складу для споживача послуг низькотемпературного складу, можна виділити:

- величина орендної плати;
- зручне розташування;

- висока кваліфікація співробітників, культура обслуговування, позитивна історія взаємодії з партнерами;
- наявність зручних під'їзних шляхів і розвинутої інфраструктури зони обслуговування;
- розміри використовуваної площі;
- якісне складське устаткування, високий рівень автоматизації процесів;
- надійна робота систем підтримки регульованого температурного режиму; теплові завіси на складах, наявність автоматичних воріт з гідравлічним пандусом або докшелтерами;
- сучасна система охорони, пожежегасіння, вентиляції;
- надання додаткових послуг.

При оцінці безпосередньо складського приміщення зазвичай оцінюються такі характеристики, як:

- конструкція складської будівлі — форма, матеріал з якого побудовані стіни і стеля, якість підлоги, висота будівлі і довжина прольотів між несучими колонами;
- зручність розташування, упорядкована територія;
- наявність системи пожежної сигналізації і пожежегасіння;
- регульований температурний режим, стійке електропостачання, наявність вентиляції, охоронної сигналізації і відеоспостереження;
- забезпеченість залізничними і автомобільними під'їзними шляхами, наявність майданчиків для відстою і маневрування автомобільної та навантажувально-розвантажувальної техніки, наявність достатньої кількості воріт, вантажних майданчиків;
- наявність офісних і допоміжних приміщень (туалети, душові, роздягальні і так далі);
- забезпеченість необхідними засобами телекомунікацій.

При оцінці системи складського обслуговування в цілому оцінюються наступні групи показників [2]:

- Оцінка задоволення споживчих запитів в складських послугах. Цей інтегральний показник має визначальне значення для споживачів складських послуг.
- Оцінка якості роботи складу. Цей інтегральний показник має значення як для споживачів складських послуг, так і для їх виробників.
- Оцінка ресурсів, використовуваних при роботі складського комплексу і витрат по управлінню складськими запасами. Цей показник має визначальне значення для складських послуг.

До групи показників, що оцінюють якість задоволення запитів споживачів складських послуг, відносяться наступні:

- Відношення кількості задоволених в строк замовлень до загальної кількості запитів;
- Відношення неповних і помилкових поставок до загальної кількості запитів;
- Кількість рекламаций на складське обслуговування;
- Рівень тарифів (вартість) складського обслуговування;
- Час на виконання замовлення.

Група показників, що характеризує безпосередньо якість роботи складу:

- Забезпечення виконання замовлень (точність підтримки рівня запасів, наявність запасів, дотримання умов зберігання і т. п.);
- Рівень використання об'єму (площі), як відношення корисного об'єму (площі) складу до загального об'єму (площі) складу (з урахуванням величини корисної площі складу, тобто площі, зайнятої безпосередньо складованими продуктами і пристроями для їх зберігання — стелажми, штабелями і тому подібне і величини службової площі, тобто площі, зайнятої офісними і іншими службовими і побутовими приміщеннями);
- Рівень механізації складських робіт;
- Дотримання внутрішнього режиму роботи складу (втрати, псування, розкрадання і ін.);
- Дотримання часу на поповнення запасів, підготовку і комплектацію замовлень споживачів.

Оцінка ресурсів, використовуваних при роботі складського комплексу і витрат по управлінню складськими запасами, описується наступними показниками [3]:

- оборотність запасів (термін і число оборотів);
- середній рівень запасів на складі;
- число операцій вантажопереробки в день;
- витрати на вантажопереробку, упаковку та інші послуги.

При оцінці собівартості обробки вантажів використовуються показники витрат на внутрішньоскладське транспортування, вантажопереробку, зберігання, упаковку та інші логістичні витрати.

Оцінюючи ефективність роботи складу, можна розглядати, по-перше, «широку» ефективність, тобто підвищення якості функціонування логістичної системи, до складу якої входить склад. По-друге — «вузьку» ефективність, тобто ефективність роботи безпосередньо складського комплексу. Як критерій оцінки «широкої» ефективності складського господарства використовується критерій мінімуму сукупних логістичних витрат, пов'язаних з кризним управлінням товарним і супутнім йому інформаційним і фінансовим потоками при забезпеченні необхідного рівня складського обслуговування.

Як інтегральний показник «вузької» ефективності функціонування складу можна використовувати показник різниці між доходом від роботи складу і величиною приведених загальних складських витрат, які складаються з суми витрат на зберігання, витрат на поточне обслуговування запасів, страхування ризиків, пов'язаних із запасами. Як інтегральний показник можуть бути прийняті сукупні фінансово-економічні результати діяльності складського комплексу (дохід мінус витрати). При цьому слід враховувати, що максимізація інтегрально-

го критерію (цільової функції) може не співпадати з максимальними значеннями окремих локальних показників.

Параметри, що впливають на енерговитрати низькотемпературного складу:

- витрати електроенергії на підтримання температури зберігання;
- площа та об'єм приміщень для зберігання;
- маса і температура вантажів, що надходять на склад;
- номенклатура товарів;
- тип техніки, що працює на складі;
- види обладнання для зберігання товарів;
- наявність та тип освітлення;
- теплопровідність матеріалу конструкцій, з яких виконано будівлю;
- наявність конструктивних рішень для зменшення витрат холоду.

Свої особливості має технологія роботи низькотемпературного складу. Як правило, склад-холодильник працює з тарно-штучними вантажами, тому його робочий процес ідентичний робочому процесу звичайного складу тарно-штучних вантажів, однак має ряд особливостей.

На стадії приймання вантажів:

- більш ретельний огляд, приймання, перевірка температури вантажу і додаткове зважування (у разі необхідності);
- прийом більшої кількості супровідної документації на більшість вантажів (ветеринарне свідоцтво, сертифікат відповідності, сертифікат якості тощо);
- строгі вимоги до швидкості розвантаження транспортних засобів;
- у подорожній лист обов'язково заноситься час початку і кінця розвантаження транспортного засобу, а також, температура в кузові на момент початку розвантаження і на момент його закінчення;
- можливе обмеження обсягу прийнятих вантажів через ризик підвищення температури на складі;

На стадії розміщення і зберігання вантажів:

- вантажі розміщуються з урахуванням вимог санітарних норм про можливість спільного зберігання різних видів вантажів;
- терміни зберігання деяких вантажів зменшуються при незначному підвищенні температури зберігання;
- деякі вантажі в процесі зберігання потребують регулярного контролю стану (візуального або лабораторного);
- у разі значних відхилень умов зберігання від нормативних величин можливе псування вантажів;
- необхідність утилізації зіпсованих вантажів;
- важкі умови роботи підйомно-транспортного обладнання при знижених температурах (потрібна особлива конструкція деяких вузлів і захист електронного устаткування машин від низької температури);
- негативний вплив низьких температур на швидкість і якість роботи персоналу.

На стадії відвантаження товарів:

- підготовка більшої кількості документації, що супроводжує товар;
- обов'язкове занесення у подорожній лист інформації про час початку і закінчення завантаження транспортного засобу, а також про початкової та кінцевої температури в кузові автомобіля;
- суворе обмеження часу на навантажувальні роботи.

У розглянутих моделях функціонування складу бралися до уваги вартісні критерії, але більшість розгаданих у цій статті досліджень стосуються машинобудівних підприємств або складу взагалі. Проте, виходячи з аналізу параметрів низькотемпературних складів, наведеного вище, можна зробити висновок, що одна з важливих особливостей функціонування таких складів – високий рівень споживання енергоресурсів. Отже, в даному випадку, нарівні з вартісними критеріями пропонується враховувати, також, енергетичні критерії.

Встановлено, що для дослідження та оптимізації руху матеріалопотоків підприємств, що використовують низькотемпературні склади, доцільно використовувати наступні моделі та методи [6]:

- математичної статистики та теорії ймовірностей – для систематизації та обробки статистичних даних, визначення законів їх розподілу;
- економіко-математичного моделювання – для розробки критеріїв управління матеріальними потоками;
- імітаційного моделювання – для побудови імітаційної моделі, призначеної для оцінки руху матеріальних потоків логістичному циклі підприємства;
- регресійного аналізу та економіко-математичного моделювання – для моделювання матеріальних та інформаційних потоків підприємств, планування виробничої програми з урахуванням запасів готової продукції;
- економіко-математичного моделювання та динамічного програмування – для розробки та удосконалення моделей управління матеріально-технічними запасами підприємства;
- ABC-XYZ метод, методи теорії нечітких множин – для управління та контролю рівня запасів;
- кореляційно-регресійного аналізу – для встановлення впливу обсягів запасів на ефективність виробництва продукції, прогнозування оборотності запасів сировини та готової продукції;
- теорії масового обслуговування – для раціонального вибору структури та складу системи обслуговування замовлень.

Висновки. В результаті дослідження були встановленні особливості функціонування низькотемпературних складів, які необхідно враховувати при моделюванні складських процесів. Визначені інтегральні критерії, моделі та методи, які доцільно використовувати для моделювання.

Л і т е р а т у р а

1. Баранець Г.В. Управління матеріальними та фінансовими потоками підприємства на основі логістичного підходу : автореф. дис. канд. екон. наук: 08.00.04 / Г.В. Баранець; Інститут економіки промисловості НАН України. – Д., 2007. – 22 с.
2. Бауэрсокс Доналд Дж. Логистика: интегрированная цепь поставок. / Бауэрсокс Доналд Дж, Клосс Дейвид Дж. 2-е изд. / [пер. с англ. Н.Н. Барышниковой, Б.С. Пинскера]. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2008. – 640с.:ил.
3. Волгин В.В. Склад: логистика, управление, анализ / В. В. Волгин — 10-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2009. — 736 с.
4. Кудіна О.М. Формування ресурсної стратегії підприємства: автореф. дис... канд. екон. наук: 08.00.04 / О.М. Кудіна ; Харк. нац. екон. ун-т. — Х., 2007. — 20 с. — укр.
5. Лагоцький Т.Я. Математичні методи в управлінні запасами складських та гуртових підприємств: автореф. дис. канд. екон. наук: 08.03.02 / Т.Я. Лагоцький; Львівський нац. ун-т ім. І. Франка. – Л., 2006. – 22 с.
6. Лукинский В.С. Модели и методы теории логистики: Учебное пособие. 2-е изд. / Под ред. В.С. Лукинского. – СПб.: Питер, 2008 – 448 с.: ил.
7. Нечаев Г.І. Розвиток теорії і підвищення ефективності функціонування транспортно-складських систем: Автореф. дис. д-ра техн. наук: 05.22.12 / Г.І. Нечаев ; Східноукр. держ. ун-т. — Луганськ, 2000. — 35 с. — укр.
8. Ніколаєнко І.В. Вдосконалення міжопераційних процесів транспортно-складського комплексу: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.22.01 / І.В. Ніколаєнко; Київ. ун-т економіки і технологій трансп. — К., 2002. — 19 с. — укр.
9. Рикошинский А. Показатели деятельности складов с регулируемым температурным режимом как элемента логистической системы обработки материального потока /А. Рикошинский // Логистика. – 2012. №1.- С.18-19.
10. Савон Р.Л. Формування системи управління виробничими запасами великого машинобудівного підприємства: автореф. дис. канд. екон. наук: 08.06.01 / Р.Л. Савон; Інститут економіки промисловості НАН України. – Д., 2006. – 21 с.
11. Сіренко І.В. Управління матеріальними потоками промислового підприємства на основі логістичного підходу: автореф. дис. канд. екон. наук: 08.06.01 / І.В. Сіренко; Технологічний університет поділля. – Х., 2002. – 19 с.
12. <http://www.ucca.org.ua/ru/information/news/397> Зарубежные и отечественные эксперты на 3-й Международной выставке "Холодная логистика в Украине"
13. <http://news.vlasnasprava.info/analytics/2104-2012-07-10-07-57-10> Обзор рынка холодных складов Украины.

References

1. Baranec' G.V. Upravlinnja material'nyh ta finansovyh potokamy pidpryjemstva na osnovi logistychnogo pidhodu : avtoref. dys. kand. ekon. nauk: 08.00.04 / G.V. Baranec'; Instytut ekonomiky promyslovosti NAN Ukrainy. – D., 2007. – 22 s.
2. Bauэrsoks Donald Dzh. Logistyka: yntegyrovannaja cet' postavok. / Bauэrsoks Donald Dzh, Kloss Dejvyd Dzh. 2-e yzd. / [per. s angl. N.N. Baryshnykovej, B.S. Pynskera]. – M.: ЗАО «Olymp-Byznes», 2008. – 640s.:yl.
3. Volgyn V.V. Sklad: logistyka, upravlenye, analiz / V. V. Volgyn — 10-e yzd., pererab. y dop. — M.: Yzdatel'sko-torgovaja korporacyja «Dashkov y K°», 2009. — 736 s.
4. Kudina O.M. Formuvannja resursnoi' strategij' pidpryjemstva: avtoref. dys. kand. ekon. nauk: 08.00.04 / O.M. Kudina ; Hark. nac. ekon. un-t. — H., 2007. — 20 s. — ukr.
5. Lagoc'kyj T.Ja. Matematychni metody v upravlinni za-pasamy sklads'kyh ta gurtovyh pidpryjemstv: avtoref. dys. kand. ekon. nauk: 08.03.02 / T.Ja. Lagoc'kyj; L'vivs'kyj nac. un-t im. I. Franka. – L., 2006. – 22 s.
6. Lukinskij V.S. Modeli i metody teorii logistiki: Uchebnoe posobie. 2-e izd. / pod red. V.S. Lukinskogo. – SPb.: Piter, 2008 – 448 s.: il.
7. Nechajev G.I. Rozvytok teorii' i pidvyshhennja efektyvnosti funkcionuvannja transportno-sklads'kyh system: Avtoref. dys. d-ra tehn. nauk: 05.22.12 / G.I. Nechajev ; Shidnoukr. derzh. un-t. — Lugans'k, 2000. — 35 s. — ukr.
8. Nikolajenko I.V. Vdoskonalennja mizhoperacijnyh procesiv transportno-sklads'kogo kompleksu: Avtoref. dys. kand. tehn. nauk: 05.22.01 / I.V. Nikolajenko; Kyi'v. un-t ekonomiky i tehnologij transp. — K., 2002. — 19 s. — ukr.
9. Rykoshynskij A. Pokazately dejatel'nosti skladov s regulyruemym temperaturnym rezhymom kak elementa logystycheskoj systemy obrabotky materyal'nogo potoka /A. Rykoshynskij // Logistyka. – 2012. №1.- S.18-19.

10. Savon R.L. Formuvannja systemy upravlinnja vyrob-nychymy zapasamy velykogo mashynobudivnogo pidpryjemstva: avtoref. dys. kand. ekon. nauk: 08.06.01 / R.L. Savon; Instytut ekonomiky promyslovosti NAN Ukrainy. – D., 2006. – 21 s.
11. Sirenko I.V. Upravlinnja material'nymy potokamy promyslovogo pidpryjemstva na osnovi logistychnogo pidhodu: avtoref. dys. kand. ekon. nauk: 08.06.01 / I.V. Sirenko; Tehnologichnyj universytet podillja. – H., 2002. – 19 s.
12. <http://www.ucca.org.ua/ru/information/news/397> Zaru-bezhnye otechestvennye eksperty na 3-j Mezhdunarodnoj vystavke "Holodnaja logistyka v Ukrainie"
13. <http://news.vlasnasprava.info/analytics/2104-2012-07-10-07-57-10> Obzor rynku holodnyh skladov Ukrainy.

Русак А.Л. Исследование технологических параметров и критериев эффективности работы низкотемпературных складов

Рассмотрены требования к современным низкотемпературным складам, приведены критерии эффективности их работы. Представлен обзор моделей, методов и критериев оценивания и оптимизации параметров функционирования склада, которые чаще всего используются в исследованиях. Проанализирована возможность применения этих методов для оценки и оптимизации параметров работы склада-холодильника.

Ключевые слова: низкотемпературный склад, критерии эффективности, материальный поток, экономия энергоресурсов, стоимостные и энергетические критерии.

Русак А.Л. – аспірант кафедри транспортних систем, СНУ ім. В. Даля

Рецензент: Чернецька-Білецька Н.Б., д.т.н., проф. СНУ ім. В. Даля

Rusak A.

RESEARCH OF PROCESS-DEPENDENT PARAMETERS AND PERFORMANCE CRITERIA OF FUNCTIONING OF LOW-TEMPERATURE WAREHOUSES

Have been considered requirements to modern low-temperature warehouses, adduction performance criteria. Have been presented review of models, methods and criteria of estimation and optimization of parameters of functioning of warehouses which commonly encountered used in researches. Have been analyzed capability of using of these methods for estimation and optimization of parameters of functioning low-temperature warehouse.

Keywords: *low-temperature warehouse, criteria of functioning, material flow, savings of energy resources, cost estimation and energy criteria.*

Urgency. One of the features of the modern world is the continuous increase in consumption due to several reasons. Among them the development of technology output, active use of marketing tools during their propagation, growing purchasing power of the population. The part of frozen and half-stuff food increases around the world. Production, transportation and storage of such products have special requirements for temperature, humidity, sanitary cleanliness. It is necessarily to use low-temperature warehouse for storage of finished products and raw materials in conditions of the company - the manufacturer.

Economic issues with energy used in low-temperature warehouse are very important at the moment: 40% of the costs in logistics comes to these needs, and 60% - to labor costs. [12]. The problem is particularly relevant for warehouses that have operated for many years. Most of them are engaged in storage of raw materials and products at low temperature warehouses built several decades ago. Their design does not allow to apply the current refrigerant, to introduce new technologies of storage and movement of goods. Existing working conditions require a large number of staff.

Problem. There are several solutions to the problem of increasing the economic efficiency of low-temperature warehouses. This is construction of new storage facilities; fundamental reconstruction of existing warehouses; using the leased premises. Any of these options should allow optimization of material flows of enterprise that takes into account all peculiarities of its operation.

Analysis of recent research and publications. Methods of analysis of the efficiency of the warehouse as part of logistics system of the company are covered in the works of scholars such as Bauersoks D., E. Krykavsky., V. Nikolaychuk, and others. Ukrainian scientists Baranec G., A. Kudina, T. Lahotsky, G. Nechayev, R. Savon, I. Sirenko and others worked the question of optimization parameters of the warehouse in recent years. Among the Russian scientists there are Mirotin B. and A. Rykoshynsky.

Ukrainian scientists use a wide range of methods for examining issues related to the assessment and optimization of the operation parameters of warehouse. G. Baranec [1] uses economic and mathematical models - for the scientific substantiation of insurance reserves of resources and reliability of them; systems approach - to develop the logistics system of material and financial flows of the company.

O. Kudina [4] in her thesis uses the methods of systems analysis - to study the organizational and methodological principles of formation of the system management of material flows; theory of Operations Research and Genetic Algorithm - for substantiation algorithm of optimal decision making and evaluating the state management system resources; analog techniques and expert forecasting - to meet the needs of enterprise resource support.

T. Lahotsky [5] uses the economic-mathematical modeling and econometric modeling, correlation and regression analysis to develop a model of the system simulative inventory.

G. Nechaev [7] uses systems and methods of operations research theory of inventory management for modeling units of transport and warehouse.

I. Nikolaienko [8] suggests using graph theory for building a basic model of an integrated logistics system, the mathematical apparatus of the theory of probability and mathematical statistics for quantitative analysis of risk factors in an integrated logistics system.

R. Savon [10] used a comparative analysis - to develop methodological foundations of inventory management; statistical and mathematical methods (ABC - analysis, XYZ - analysis) - to develop a set of indicators that show the status of inventory management system.

I. Sirenko [11] proposed a method for analyzing the functioning of material, information and financial flows of the company, the foundation of which is to determine the effectiveness of the management, organization of work, the use of appropriate automation and mechanization, the level of management preparedness, compliance with its business development to strategy of enterprises. It will reveal the strong and weak points of logistics cycle in the implementation of structural reforms to create a logistic-oriented system in the industry. In addition, this author believes that the main in logistics are the methods of mathematical modeling and forecasting - homomorphous economic-mathematical simulation and mathematical models.

Modern information technology is widely used to handle arrays of statistical and numerical data, and to create decision support systems for managing material flows

Purpose. The aim of the article is to study the process parameters and performance criteria of low-temperature warehouses, definition of models and methods of optimization of material flows.

Objectives of research. To analyze the features of technical and economic characteristics of low-temperature warehouses compared with common warehouses; give a classification of warehouses fridge and technology features of

their work; define (performance) criteria for evaluating the performance of low-temperature warehouses; select models and optimization techniques of movement of material flow of enterprises which are used.

Results. Any warehouse complex is element of the logistics structures of the material flow processing system. Therefore, the storage system must take into account its place in the production process.

Logistics composition solution must precede the creation of architectural and construction project. In another case it will cause the problem of using of efficient logistics technologies improperly designed storage areas. Capacity composition should be calculated from the rate of demand prospects for at least seven or eight years, but not on the basis of current needs.

It should be known that has many software solutions that meet high functional requirements of users when choosing software for automation of inventory control. However, improvement taking into account the specifics of the operation of a particular company is always necessary.

Warehouses with adjustable temperature control have a number of features in comparison with usual dry warehouses of class "A", which are reflected in their technical and economic characteristics. Below there are the features of technical and economic characteristics of warehouses with controlled temperature conditions in comparison with usual dry warehouses of class "A" [13].

1. Low-temperature warehouses with structural differences from ordinary warehouses - primarily for insulation, ventilation, air conditioning and other parameters. Construction of low-temperature warehouses an average two times more expensive than an ordinary construction of the dry warehouse. Its payback period is 5-8 years.

2. They increase requirements for laying utilities during the construction of low-temperature warehouses. This makes it necessary to use more expensive materials and equipment.

3. It is required additional technical facilities: compressor, remote control refrigeration equipment, machinery and hardware department refrigeration units in a complex of low-temperature warehouse in addition to product storage areas (that is directly warehouses). It should be additional handling sectional doors in the deep freeze chamber, extra thermal veils to external docks in stock. Special cameras "shock" freezing zone and work with the product requires separate facilities.

4. There are increased requirements to power. Load them into three to four times higher than in ordinary stores.

5. Particular attention is paid to the construction of the floor to avoid freezing and swelling of the soil. This is usually applied electric heating floor or floors of underground installation (pile floor).

6. It is required wall insulation and roof insulation material to ensure the smooth operation of the equipment. It is also it necessary to provide corrosion treatment of metal surfaces.

7. There are particular requirements for the safety of refrigeration equipment.

8. The information of user interaction with the staff members is of great importance. In emergency situations - power outages, breakage of refrigerating machinery and the like - the user must immediately be notified in time to transport the goods to another warehouse and minimize financial losses.

Additional services may be offered in addition to the basic service set for giving refrigeration storage space, separate refrigerators and freezers, thermostatic containers and reefer containers, working around the clock receiving and shipping of products.

Warehouses with adjustable temperature conditions can be classified by the following features [9]:

- temperature range;
- quality engineering, economic and logistical characteristics;
- product specialization;
- floors and ceiling height.

The main condition for the success of warehouse is stable and reliable operation. The main factors that determine the attractiveness of the stock for customer service low-temperature structure is:

- the value of the rent;
- convenient location;
- a high qualified staff, service culture, positive history of interaction with partners;
- availability of suitable access roads and infrastructure service area;
- the size of the used space;
- quality equipment for a warehouse, high level of process automation;
- reliable operation support systems for the controlled temperature conditions; thermal veils in stock, the availability of automatic gates with hydraulic ramp or dock shelter;
- modern security system, system of firefighting, ventilation;
- providing additional services.

In assessing directly warehouse typically assessed characteristics are:

- construction of warehouse buildings - form, walls and ceilings material, quality flooring, building height and length of the span between the supporting columns;
- convenience of location, organized territory;
- availability of fire alarm and firefighting;
- adjustable temperature, stable power supply, availability of ventilation, security alarm and video control;
- provision of rail and road access roads, availability of sites for parking and maneuvering automotive and loading equipment, a sufficient number of gates, loading docks;
- availability of office and ancillary facilities (toilets, showers, changing rooms, etc.);

- provision of necessary means of telecommunications.

Assessed following groups of indicators in assessing the system of warehouse services in general [2] are:

- Assessment of consumer satisfaction queries in storage services. This integral factor is crucial for consumer storage services.

- Assessment of the quality of the warehouse. This integral factor is important for the consumers of storage services and for their producers.

- Evaluation of resources used when working the storage complex and the cost of managing inventory. This parameter is crucial for storage services.

The groups of indicators that assess the quality of satisfaction of the customer's storage services include the following:

- Ratio of satisfied orders on time to the total number of requests;
- Ratio of incomplete and erroneous deliveries to the total number of requests;
- Number of complaints on for warehouse service;
- The level of tariffs (cost) of warehouse services;
- The time for the order.

Group parameters characterizing directly the quality of the structure:

- Ensuring implementation of orders (accuracy of maintaining inventory levels, availability of inventory, compliance with the storage conditions, etc.)

- The level of volume (area) as the ratio of net volume (area) of the total volume up (space) stock (to the value of the usable area of composition);

- The level of mechanization of warehouse operations;
- Compliance with internal mode of the warehouse (loss, damage, theft and so on.);
- Compliance time to replenish stocks, preparation and completion of customer orders.

Evaluation of resources used while working the storage complex and the cost of managing inventory, described by the following parameters [3]:

- reversibility stocks (time and number of turns);
- the average inventory level at the warehouse;
- the number of operations of cargo a day;
- the cost of handling, packaging and other services.

Used in costs for inside transportation, handling, storage, packaging and other logistics costs when evaluating the cost of cargo handling.

Consider, first, the "broad" efficiency (improving the quality of functioning logistics system, which includes warehouse) in assessing the effectiveness of the warehouse. Second - "narrow" efficiency (efficiency of directly handling complex). Used criteria for a minimum total logistics costs associated with managing the trade, information and financial flows, while ensuring the required level of service as a warehouse criterion for evaluating the "broad" warehousing efficiency.

It can used the index difference between income from work warehouse and size reduced overall storage costs as an integral factor "narrow" efficiency of the warehouse. General warehousing costs consist of the cost of storage, the cost of ongoing maintenance reserves, security risks associated with stocks. It may be accepted as an integral indicator of the total financial and economic performance of the storage complex (income minus expenses). It should be taken into account that maximize the integral criterion (objective function) may not coincide with the maximum values of individual local targets.

Parameters that affect the low-temperature warehouse:

- The cost of electricity to maintain the temperature of storage;
- Area and volume of premises for storage;
- Mass and the temperature of goods arriving at the warehouse;
- The range of goods;
- The type of technique that works in a warehouse;
- Equipment for the storage of goods;
- The presence and type of lighting;
- Thermal conductivity of the material constructions which made the building;
- Availability of design solutions to reduce costs cold.

The technology of low-temperature warehouse has some difference. Typically, the warehouse- fridge is working with packaged unit loads, so it is identical to workflow process of usual warehouse piece-goods. However, there are number of features.

At the stage of receipt of goods:

- A more thorough inspection, receiving, checking the temperature of the cargo and the additional weight (if necessary);

- Reception of more supporting documentation for most goods (veterinary certificate, certificate of compliance, quality certificate, etc.);

- Strict requirements for rate unloading of vehicles;

- The waybill must be entered at start and end of the unloading of the vehicle, the temperature in body at the start of unloading at the time of its completion;

- The amount of accepted goods can be limited due to the risk of temperature rise at the moment.

At the stage of placing and storage:

- Goods are placed with the requirements of sanitary standards of the possibility of common storage of various types of goods;

- Shelf life of some goods is reduced in case of increase in storage temperature;

- Certain goods in the store need regular control condition (visual or laboratory);

- There is a possibility of goods damage in the case of significant deviations from the standard conditions of storage sizes;

- The need for disposal of goods in case of spoilage;

- Difficult conditions of handling equipment at low temperatures (it requires special design of some components and protection of electronic equipment machines from low temperature);

- The negative impact of low temperature on the rate and quality of staff.

At the stage of shipment:

- Preparing more documents covering the goods;

- Required entry in the waybill information about the start and end of loading of the vehicle, as well as the initial and final temperatures in the body of the car;

- Strict time limit for loading work.

The cost criteria considered in models of functioning warehouse have been taken into account, but most of the studies mentioned in this article relate to machine building enterprises or warehouse in a whole. However, based on the analysis of the parameters of low-temperature warehouse, we can conclude that one of the important features of their operation is high energy consumption. So, along with the cost criteria is also proposed to take into account the energy criteria.

It is established that it is advisable to use these models and methods [6] for the study and optimization of material traffic flows of enterprises using low-temperature warehouses:

- Mathematical statistics and probability theory - for systematization and processing of statistical data, the definition of the laws of distribution;

- Economic and mathematical modeling - for developing criteria for materials management;

- Simulation modeling - for the construction of simulation model designed to evaluate the movement of material flow in logistics cycle of a company;

- Regression Analysis and Economic-mathematical modeling - for modeling of material and information flows, production program planning based on stocks of finished goods;

- Economic-mathematical modeling and dynamic programming - for the development and improvement of management models by logistical supplies of company;

- ABC-XYZ method, methods of fuzzy set theory - for management and control inventory levels;

- Correlation and regression analysis - to establish the impact of Stocks on the efficiency of production, forecasting turnover of stocks of raw materials and finished products;

- Queuing theory - for a rational choice for the structure and composition of the service system of orders.

Conclusions. A result of the research was establishing features of functioning low-temperature warehouses that must be considered in modeling of warehouse processes. The identified integral criteria, models and methods that should be used for modeling.

References

1. Baranec' G.V. Upravlinnja material'nyh ta finansovyh potokamy pidpryjemstva na osnovi logistychnogo pidhodu : avtoref. dys. kand. ekon. nauk: 08.00.04 / G.V. Baranec'; Instytut ekonomiky promyslovosti NAN Ukraïny. – D., 2007. – 22 s.
2. Bauersoks Donald Dzh. Logistyka: yntegryrovannaja cet' postavok. / Bauersoks Donald Dzh, Kloss Dejvyd Dzh. 2-e yzd. / [per. s angl. N.N. Baryshnykovej, B.S. Pynskera]. – M.: ZAO «Olymp-Byznes», 2008. – 640s.:yl.
3. Volgyn V.V. Sklad: logistyka, upravlenye, analiz / V. V. Volgyn — 10-e yzd., pererab. y dop. — M.: Yzdatel'sko-torgovaja korporacija «Dashkov y K°», 2009. — 736 s.
4. Kudina O.M. Formuvannja resursnoi' strategii' pidpry-jemstva: avtoref. dys. kand. ekon. nauk: 08.00.04 / O.M. Kudina ; Hark. nac. ekon. un-t. — H., 2007. — 20 s. — ukr.
5. Lagoc'kyj T.Ja. Matematychni metody v upravlinni za-pasamy sklads'kyh ta gurtovyh pidpryjemstv: avtoref. dys. kand. ekon. nauk: 08.03.02 / T.Ja. Lagoc'kyj; L'vivs'kyj nac. un-t im. I. Franka. – L., 2006. – 22 s.
6. Lukinskij V.S. Modeli i metody teorii logistiki: Uchebnoe posobie. 2-e izd. / pod red. V.S. Lukinskogo. – SPb.: Piter, 2008 – 448 s.: il.
7. Nechajev G.I. Rozvytok teorii' i pidvyshhennja efektyvnosti funkcionuvannja transportno-sklads'kyh system: Avtoref. dys. d-ra tehn. nauk: 05.22.12 / G.I. Nechajev ; Shidnoukr. derzh. un-t. — Lugans'k, 2000. — 35 s. — ukr.
8. Nikolajenko I.V. Vdoskonalennja mizhoperacijnyh procesiv transportno-sklads'kogo kompleksu: Avtoref. dys. kand. tehn. nauk: 05.22.01 / I.V. Nikolajenko; Kyi'v. un-t ekonomiky i tehnologij transp. — K., 2002. — 19 s. — ukp.

9. Rykoshynskij A. Pokazately dejatel'nosti skladov s reguljruemym temperaturnym rezhymom kak elementa logystycheskoj systemy obrabotky materyal'nogo potoka /A. Rykoshynskij // Logistyka. – 2012. №1.- S.18-19.
10. Savon R.L. Formuvannja systemy upravlinnja vyrob-nychymy zapasamy velykogo mashynobudivnogo pidpryjemstva: avtoref. dys. kand. ekon. nauk: 08.06.01 / R.L. Savon; Instytut ekonomiky promyslovosti NAN Ukrainy. – D., 2006. – 21 s.
11. Sirenko I.V. Upravlinnja material'nymy potokamy promyslovogo pidpryjemstva na osnovi logistychnogo pidhodu: avtoref. dys. kand. ekon. nauk: 08.06.01 / I.V. Sirenko; Tehnologichnyj universytet podillja. – H., 2002. – 19 s.
12. <http://www.ucca.org.ua/ru/information/news/397> Zaru-bezhnye otechestvennye eksperty na 3-j Mezhdunarodnoj vystavke "Holodnaja logistyka v Ukrainie"
13. <http://news.vlasnasprava.info/analytics/2104-2012-07-10-07-57-10> Obzor rynku holodnyh skladov Ukrainy.

Rusak A. – post-graduate of chair of transportation systems, East Ukrainian National University named after Volodymyr Dahl.

Reviewer:-Chernecka- Biletska N., Doctor of Technical Sciences. Sci., East Ukrainian National University named after Volodymyr Dahl.