

МОДИФІКАЦІЯ БАГАТОНОМЕНКЛАТУРНОЇ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ
Хаврук В. О., Національний транспортний університет, Київ, Україна

UPDATING OF MULTINOMENCLATURE MODEL OF STOREKEEPING
Khavruk V. O., National Transport University, Kyiv, Ukraine

МОДИФИКАЦИЯ МНОГОНОМЕНКЛАТУРНОЙ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ
Хаврук В. А., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми. Проблеми управління запасами досліджується багатьма ученими, як зарубіжними, такими як: Д. Бауерсоком, Д. Хедлі, Р. Шонбергером, Дж. Шрайбфедером та ін., так і вітчизняними: Анікінім Б. О., Гаджинським А. М., Нерушем Ю. М., Міротінім Л. Б., Стерліговою А. М. Аналіз наукових праць з проблем управління запасами свідчить, що дане питання є досить актуальним, а методичні питання, пов'язані з ефективним управлінням матеріальними ресурсами розроблені явно недостатньо. Крім того, як показує практика, перед багатьма суб'єктами підприємницької діяльності, в тому числі і автосервісними підприємствами (АСП), які замовляють широкий асортимент автомобільних компонентів (АК) постає питання оптимізації складських запасів, а точніше вибору найбільш прийнятної моделі управління запасами. Однією із таких моделей є модель із фіксованим періодом між постачаннями. Але, застосування саме цієї моделі для управління запасами недостатньо обґрунтовано науковцями.

Складність практичного застосування моделі із фіксованим періодом між постачаннями при замовленні широкого асортименту АК полягає в тому, що частина позицій користується регулярним попитом у споживачів (наприклад, у власників автомобілів), та постійно необхідні при здійсненні технічних обслуговувань та ремонтів автомобілів (наприклад, компоненти гальмівної системи, бампери і т.д.); а деяка частина автомобільних компонентів (АК) реалізується в одиничній кількості. По кожній позиції регулярної витрати АК необхідний рівень задоволення попиту залишками на складі повинен становити від 90% до 99% [1, с.17; 2, с.276; 3, с. 54;] (це головна конкурентна перевага компанії, тому при використанні системи закупівель ця умова повинна виконуватися). У зв'язку з тим, що кожне АСП має власну «напрацьовану» базу постачальників АК, потреба в надмірних страхових запасах відпадає. Тобто стає можливим застосовувати тактику багатомономенклатурних замовлень АК через рівні проміжки часу при досягненні моменту замовлення по одній або декількох позиціях.

Метою статті є отримання моделі для розрахунків моменту й оптимальної величини замовлення по кожній позиції регулярного попиту в системі багатомономенклатурних постачань з регулярними (не значить рівномірними або прогнозованими) постачаннями замовлених позицій для мінімізації сумарних витрат на їхнє зберігання й постачання.

Головний розділ. Для будь-якої позиції АК на складі, незалежно від моделі закупівель, є певна величина кількості, вище якої зберігання залишків запасів цієї позиції є збитковим, навіть, якщо вони реалізуються в більших обсягах і з націнкою. Це обумовлено тим, що будь-які запаси вимагають затрат та їх утримання, а саме витрат матеріальних, фінансових, інформаційних, трудових та інших видів ресурсів [2, с. 152; 4, с. 39]. Максимальну кількість кожної позиції АК, вище якої зберігати на складі збитково, можна визначити як [5]:

$$M = \frac{\sum_{i: S_i + A_i \geq \min(A_i; A_i > 0)} A_i}{\sum_{i: S_i + A_i \geq \min(A_i; A_i > 0)} 1} \cdot \left(\frac{R}{H} - Y + W \right), \quad (1)$$

де M – критичний максимум залишків по позиції АК, вище якого зберігати на складі збитково, од.; A_i – сумарні відвантаження з документів витрати за i -у дату по позиції, од.; S_i – залишки по позиції на ранок i -ої дати без обліку оплачених резервів, од.; R – середня маржинальна рентабельність продажів по позиції, %; H – альтернативна прибутковість вкладених у запаси грошей, %/день; Y – середня відстрочка платежу клієнтам компанії, днів; W – відстрочка платежу в постачальника, днів; R/H – це кількість днів, протягом яких вкладені в запаси цієї позиції гроші є

доцільним – далі «заморожування» коштів в запасах є збитковим (дохід від реалізації позиції R не покриває витрат на утримання засобів H протягом такого тривалого періоду).

Крім того, в H необхідно ще включити змінні витрати на зберігання АК, але вони значно менші втрат, пов'язаних із «замороженням» коштів в запасах АК для АСП із своїм складом (власним або орендованим), тому ними можна нехтувати у розрахунках. У даному ж випадку, помноживши отриману кількість днів на середньоденний продаж (витрату) позиції АК ми одержуємо максимальний залишок запасу, вище якого зберігати на складі стає недоцільним. Відповідно, якщо постачальник дає відстрочку платежу за поставлені АК, тоді протягом строку цієї відстрочки в залишки АК вкладені не власні кошти АСП, а кошти постачальника. В результаті, ніяких збитків від «заморожування» своїх коштів у цей час АСП не несе. В загальному, втрати від «замороження» коштів потребують проведення додаткових розрахунків [6, с. 56; 7, с. 223-226]

За допомогою значення M ми можемо очистити вхідний потік даних від пікових продажів, які не вигідно обслуговувати зі складу, а так само воно дозволить не закладати на склад свідомо збиткових обсягів АК. У такому випадку рекомендується вводити регламент для відвантажень, що перевищують це значення, по їхньому обслуговуванню за рахунок спецпостачань під замовлення клієнта. За таких умов вдасться уникати ситуацій повної відсутності АК і не відмовляти в цій позиції іншим клієнтам до наступного постачання.

Якщо для АСП поширенні випадки дефіциту АК, тоді часовий ряд реалізації необхідно очищати від занижених значень, які були обумовлені недостатньою наявністю позиції АК на залишках. Для знаходження критичного мінімуму запасу АК, необхідного для здійснення продажів використовується формула [5]:

$$m = \begin{cases} \frac{\sum_{i:0 < A_i \leq M} A_i}{\sum_{i:0 < A_i \leq M} 1}, & \text{якщо } \sum_{i:0 < A_i \leq M} 1 > 0 \\ \min(A_i), & \text{якщо } \sum_{i:0 < A_i \leq M} 1 = 0 \end{cases}, \quad (2)$$

де m – критичний мінімум залишків, необхідних для здійснення реалізації АК по кожній позиції, од.; A_i – сумарні відвантаження за документами витрат за i -у дату по позиції АК, од.; M – критичний максимум залишків по позиції АК, вище якого зберігати на складі збитково, од.

За цією формулою відкидаються всі продажі, які були вище обчисленого критичного максимуму, тобто АСП не буде обслуговувати їх зі складу, а буде під такі замовлення здійснювати через спецпостачання. Після цього розраховуються середня реалізація АК в день продажів (коли ця позиція продавалася). Це потрібно для того, щоб по позиціях, що продаються не щодня, не занижувати необхідний рівень залишків для здійснення продажів.

У випадку ж, якщо всі факти продажів лежать вище критичного максимуму, тобто всі відвантаження, по суті, були на замовлення, тоді в якості критичного мінімуму беруться мінімальні продажі. Знання мінімуму m дозволить АСП більш точно визначати періоди дефіциту, а так само швидше реагувати на збільшення попиту по позиції.

Після знаходження максимального і мінімального рівня запасу АК необхідного для здійснення продажів АК і надання автосервісних послуг, залишається тільки застосувати їх для розрахунків попиту по позиції на кожну дату [5]:

$$C_i = \begin{cases} A_i, & \text{якщо } A_i \leq M \wedge S_i + A_i \geq m \\ NULL, & \text{якщо } A_i > M \vee S_i + A_i < m \end{cases}, \quad (3)$$

де C_i – попит по позиції за i -у дату, од.; A_i – сумарні відвантаження з документів витрати за i -у дату по позиції, од.; M – критичний максимум залишків по позиції, вище якого зберігати на складі збитково, од.; S_i – залишки по позиції на ранок i -ої дати без обліку оплачених резервів, од.; m – критичний мінімум залишків, необхідних для здійснення продажів по позиції, од.

Якщо обидві граничні умови виконуються, тоді попит буде рівним і становити сумарний обсяг реалізації АК за цю дату. Якщо не виконується хоча б одна з умов (тобто залишків разом із придбаними АК на дату було не досить для здійснення продажів у цей день або якщо здійснювалась реалізація АК за рахунок спецпостачань – під замовлення клієнта), тоді попит за цю дату є невідомим ($NULL$).

Розрахунок періодів забезпеченого попиту й дефіциту по позиції АК в минулому передбачає визначення кількості днів, коли залишків на ранок у сумі із надходженнями АК за день було

відповідно: достатнім або недостатнім для здійснення продажів (критерієм виступає критичний мінімум) [5]:

$$L_0 = \sum_{i: S_i + A_i < M} 1, \quad (4)$$

де L_0 – кількість днів відсутності позиції на складі, днів; S_i – залишки по позиції на ранок i -ої дати без обліку оплачених резервів, од.; m – критичний мінімум залишків, необхідних для здійснення продажів по позиції, од.

$$L_1 = \sum_{i: S_i + A_i \geq M} 1, \quad (5)$$

де L_1 – кількість днів наявності позиції на складі, днів; S_i – залишки по позиції на ранок i -ої дати без обліку оплачених резервів, од.; m – критичний мінімум залишків, необхідних для здійснення продажів по позиції, од.

Для розрахунку моменту замовлення позицій АК спочатку знаходять обсяг попиту. Значення C_i сортуються по зростанню дати, а порядкові індекси надаються без пропусків, після чого на підставі цього ряду формується новий ряд підсумованого попиту за $I+L$ днів – $\{C_j^0\}$ [5]:

$$C_i = \begin{cases} C_j^0 = \sum_{i=j}^{j+I+L} C_i, & \text{якщо } 1 \leq j \leq \max(i) - I - L + 1 \\ C_j^0 = \sum_{i=j}^{\max(i)} C_i + \sum_{i=1}^{j+I+L-\max(i)-1} C_i, & \text{якщо } \max(i) - I - L + 1 < j \leq \max(i) \end{cases}, \quad (6)$$

де C_j^0 – j -а сума попиту по позиції АК за кількість днів, протягом яких здійснюється виробництво і постачання АК, од.; C_i – попит по позиції АК за i -у дату, од.; I – час виробництва постачальником позиції АК до відвантаження, днів; L – час постачання, днів.

Згідно формули необхідно скласти $I+L$ значень, що підряд ідуть, попиту за день, і зробити це із кроком у день рівно стільки раз, скільки значень попиту є. Це потрібно для того, щоб в подальшому оцінити можливі зміни попиту за певний період, і створювати страхові запаси адекватні саме їх імовірнісним характеристикам, не перевіряючи статистичних гіпотез на незалежність значень попиту один одному.

Тепер ми можемо знайти необхідний запас по позиції для задоволення попиту залишками з очікуваним рівнем на час постачання [5]:

$$U_0 \rightarrow \min : \frac{\sum_j \min(U_0; C_j^0)}{\sum_j C_j^0} \geq N, \quad (7)$$

де U_0 – кількість по позиції АК, яка необхідна для задоволення попиту залишками на прийнятному рівні на час виробництва й постачання, од.; C_j^0 – j -а сума попиту по позиції за кількість днів, необхідних для її виробництва й постачання, од.; N – необхідний рівень задоволення попиту залишками по позиції, %.

Формула розрахунків U_0 є математичним записом визначення рівня задоволення попиту залишками, нам же необхідно знайти мінімальну кількість, що задовольняє цьому визначенню.

Замовлення по позиції АК необхідно здійснювати в момент, коли одночасно виконуватимуться дві наступні нерівності [5]:

$$\begin{cases} B < U_0 - I - L + 1 \\ (I + L) \cdot \frac{\sum_j \min(B; C_j^0)}{\sum_j C_j^0} \\ L_1 + \frac{\sum_j \min(B; C_j^0)}{\sum_j C_j^0} < N \end{cases}, \quad (8)$$

де B – поточні залишки по позиції із транзитами за винятком оплачених резервів, од.; U_0 – кількість по позиції, яка необхідна для задоволення попиту залишками на прийнятному рівні на час виробництва й постачання, од.; L_1 – кількість днів присутності позиції на складі, днів; I – час виробництва постачальником позиції до відвантаження, днів; L – час постачання, днів; C_j^0 – j -а сума

попиту по позиції за кількість днів, що необхідно для її виробництва й постачання, од.; N – необхідний рівень задоволення попиту залишками по позиції, %.

Перша нерівність показує, що поточних залишків (разом з очікуваними надходженнями) не буде достатньо для задоволення попиту залишками на заданому рівні (U_0 – це мінімальна кількість по позиції, якої б вистачило. Друга нерівність використовується для того, щоб не починати постачання, якщо закінчилася не дуже важлива позиція. Головним критерієм виступають час відсутності товару на складі L_0 і рівень задоволення попиту залишками N – чим вони більші, тим швидше виконається ця нерівність, – тобто, якщо товар довго відсутній (велике значення L_0) або ця позиція є важливою (велике значення N), тоді настає момент замовлення по цій позиції.

Ця формула дає можливість зрозуміти – чи потрібно зараз робити замовлення постачальникові, або можна ще почекати. Зрозуміло, якщо ми можемо почекати, то нам вигідно це робити, тому що ми, витративши фіксовану кількість грошей на постачання, привеземо вже більше товару, адже через якийсь час необхідний обсяг замовлення вже буде більшим.

Припустимо, що в АСП є позиція, у якій плановий рівень задоволення попиту залишками $N = 90\%$. При цьому постачання позиції АК в АСП здійснюється разом з іншими позиціями від якогось постачальника за один день, тобто $L = 1$ день, і вона завжди лежить на складі в постачальника, тому $I = 0$ днів. Для простоти припустимо, що вона зовсім закінчилася, тобто $V = 0$ штук, а до цього вона була в наявності $L_1 = 45$ днів. Вона тільки закінчилася, тому $L_0 = 0$ днів. Отже, позиція в АСП закінчилася, і можна було б ініціювати замовлення постачальникові, але інші позиції ще нереалізовані, щоб по них здійснювати закупівлю – інакше вони самі б визначили момент замовлення, тому ми ухвалюємо рішення зачекати. Ми можемо собі це дозволити, тому що якщо ми, наприклад, пропустимо один день, і зробимо замовлення завтра, тоді товару не буде 2 дні – один день ми чекаємо, і ще один його будуть доставляти – з: $45 + 2 = 47$ днів. У результаті рівень задоволення попиту залишками складе $45/47 = 96\%$, що більше необхідного $N = 90\%$. Так скільки максимум днів можна вичікувати, щоб забезпечити рівень задоволення попиту не нижче $N = 90\%$? Друга формула і дає відповідь на це питання для кожного наступного дня очікування – доки умова виконується, ми можемо чекати. Таким чином, ми почекаємо 4 дні, і якщо не буде замовлення цьому постачальникові або замовленого постачання, то через 4 дні необхідно зробити замовлення, ще один день воно буде виконуватись (час постачання), і підсумковий рівень задоволення попиту залишками складе $45/50 = 90\%$.

Для розрахунку скоректованого періоду між постачаннями, спочатку знаходимо по кожній позиції середньоденний попит (усереднюючи наявні значення попиту за день по позиції):

$$\bar{C} = \frac{\sum_i C_i}{\sum_i 1}, \quad (9)$$

де \bar{C} – середній попит за день по позиції, од. / день; C_i – попит по позиції за i -у дату, од.

Максимально можливий період між постачаннями по складських позиціях розраховується загалом для постачальника (підсумовування у формулі відбувається по всіх складських позиціях постачальника) [5]:

$$Q = \begin{cases} \frac{\sum \bar{C} \cdot Z \cdot R}{H \cdot \sum \bar{C} \cdot Z} - Y + W, & \text{якщо } \frac{\sum \bar{C} \cdot Z \cdot R}{H \cdot \sum \bar{C} \cdot Z} - Y + W > L \\ L, & \text{якщо } \frac{\sum \bar{C} \cdot Z \cdot R}{H \cdot \sum \bar{C} \cdot Z} - Y + W \leq L \end{cases}, \quad (10)$$

де Q – максимально припустимий період між постачаннями по складських позиціях, днів; \bar{C} – середній попит за день по позиції, од. / день; Z – поточна закупівельна ціна позиції, грн. / од.; R – середня маржинальна рентабельність продажів по позиції, %; H – альтернативна прибутковість вкладених у запаси грошей, % / день; Y – середня відстрочка платежу клієнтам компанії, днів; W – відстрочка платежу в постачальника, днів; L – час постачання, днів.

Тобто, Q – максимальний період часу, на який замовляються позиції АК постачальника, за аналогією з розрахунками критичного максимуму залишків по одній позиції, вище якого зберігати на складі стає збитковим. Відповідно, якщо цей строк менший часу постачання L , тоді використовується друга залежність. Насправді ж, цей максимально припустимий строк Q потрібний тільки для того,

щоб згодом розрахувати оптимальний скоректований період між поставаннями T , який як це не дивно може виявитися й більше строку Q . У будь-якому разі АСП буде намагатися по цьому алгоритму заробити на роботі з кожним постачальником якнайбільше грошей, правда іноді це максимальне значення може виявитися й негативним.

Тепер розглянемо вплив поставань під замовлення (спецпоставань). Поставання під замовлення вважається будь-яке поставання, яке містить замовлену позицію або складську позицію, але в кількості більше знайденого по цій позиції критичного максимуму M . Значення дискретної східчастої функції розподілу ймовірностей здійснення поставання під замовлення визначаємо як наростаючу суму кількості поставань під замовлення, що відбувся через x днів після попередньої, поділену на кількість усіх замовлених поставань за період плюс один.

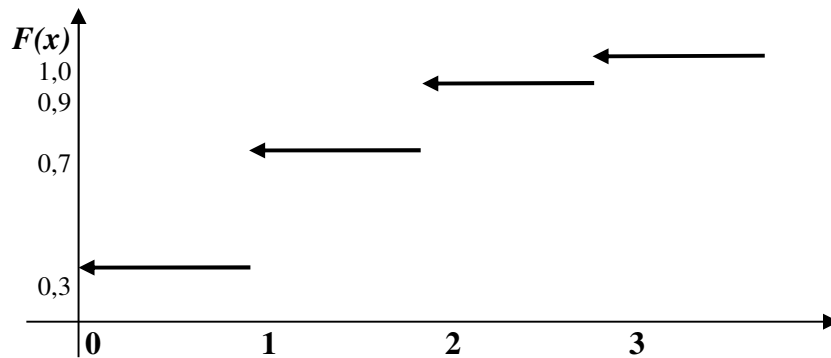


Рисунок 1 – Дискретна ступінчата функція розподілу ймовірності здійснення поставання під замовлення

По суті, ця функція (рис.1) [5; 8, с. 65] показує ймовірність настання випадкової події (поставання під замовлення) протягом 1 дня, 2 днів, 3 днів, і так далі – x днів, доки ця подія не стане практично достовірною: $F(x) \approx 1$. Крім цього, якщо по постачальникові використаний обсяг АК, що постачається ним безкоштовно, те $F(x) = 1$ починаючи з:

$$x = \frac{P}{\sum \bar{C} \cdot Z}, \quad (11)$$

де P – вартість партії, що доставляється постачальником безкоштовно, грн.; Z – поточна закупівельна ціна позиції, грн. / од.; \bar{C} – середній попит за день по позиції, од. / день.

Тобто, вартість партії, що доставляється постачальником безкоштовно, P ділиться на середньоденний продаж складських позицій у закупівельних цінах, і починаючи із цього строку, поставання замовленого асортименту вважається достовірною подією.

Тепер, щоб врахувати впливи потоку поставання під замовлення, необхідно знайти такий скоректований період між поставаннями, при якому [1]:

$$T \leq Q : E(T) = H \cdot \frac{Q-T}{2} \cdot \sum \bar{C} \cdot Z + D \cdot \left(\frac{1-F(Q)}{Q} - \frac{1-F(T)}{T} \right) \rightarrow \max, \quad (12)$$

де T – скоректований період між поставаннями, днів; $E(x)$ – функція вигоди від поповнення складських позицій разом із замовленими, грн. / день; H – альтернативна прибутковість вкладених у запаси грошей, % / день; Q – максимально припустимий період між поставаннями по складських позиціях, днів; \bar{C} – середній попит за день по позиції, одиниць / день; Z – поточна закупівельна ціна позиції, грн. / одиницю; D – середня вартість поставання, грн.; $F(x)$ – дискретна східчаста функція розподілу ймовірностей здійснення поставання під замовлення протягом x днів після попередньої, %.

Дана формула показує, що доцільним є поставання складських позицій АК разом із поставаннями під замовлення. Перший доданок описує зміни витрат на утримання запасів – він буде дорівнює різниці в днях $(Q - T)$, помноженої на середні продажі по позиціях постачальника в закупівельних цінах $\bar{C} \cdot Z$, і на вартість «заморожених» коштів H . Другий доданок дає нам транспортну складову витрат, які залежить від вартості поставання D і того, на скільки змінюється ймовірність здійснення поставання під замовлення стосовно періоду за який спостерігається ця ймовірність Q або T (тобто стосовно кількості поставань за фіксований період: $1/Q$ і $1/T$ – відповідно). Ці два доданки залежать від параметра T , а отримане значення цього параметра буде максимізувати

функцію $E(T)$, і визначатиме оптимальний обсяг замовлення, у найгіршому випадку буде дорівнювати Q , при якому значення функції буде завідомо дорівнювати нулю: $E(Q) = 0$.

Всі очікувані постачання рекомендується вносити в інформаційну систему компанії з датами очікуваного постачання – це дозволяє в автоматизованому режимі відслідковувати всі затримки, недопостачання, пересорти й відмінність цін у прибуткових накладних від цін у замовленні. А якщо до цих дат давати ще й дати очікуваного відвантаження в постачальника з моментів замовлень по позиціях: $G_i = I$, тоді стає зрозумілим, у якому обсязі необхідно дозамовляти інші позиції, по яких момент замовлення ще не настав. Тому розрахунки моментів дозамовлень по позиціях якого-небудь постачальника повинні проводитися тільки після чергового розрахунку моментів замовлення по всіх позиціях цього постачальника. У результаті ми одержуємо дані про кількість днів до очікуваних відвантажень від постачальника: $\{G_i\}$. Тоді замовлення по позиції буде проводитися, тільки в тому випадку, якщо існує таке очікуване відвантаження, і строк виробництва цієї позиції буде дорівнює часу до цього відвантаження [1]:

$$\exists G_0 \in \{G_i\} : G_0 = I, \quad (13)$$

де G_i – кількість днів до i -го відвантаження, очікуваної від постачальника за графіком майбутніх відвантажень, днів; I – час виробництва постачальником цієї позиції до відвантаження, днів.

Тобто, необхідно здійснювати замовлення тільки тих позицій, строк виробництва яких закінчиться саме до моменту чергового відвантаження від постачальника.

Якщо така G_0 існує, то для подальших обчислень нам знадобиться значення наступної за G_0 очікуваної найближчим часом постачання:

$$G_1 = \min(G_0 + T; \{G_i\}), \text{ при } G_1 > G_0, \quad (14)$$

де G_i – кількість днів до i -го відвантаження, очікуваного від постачальника за графіком майбутніх відвантажень, днів; T – скоректований період між постачаннями, днів.

Момент G_i потрібний для визначення строку, на який здійснюється закупівля – відповідно по даній формулі вона буде рівна: або вже відомій даті постачання наступної після найближчої, або прогнозованій даті, коли повинні закінчитися ті позиції АК, що надійдуть в найближчому постачанні.

Розрахунки обсягу замовлення здійснюється тільки для тих позицій, по яких був досягнутий момент замовлення (для позицій, по яких був досягнутий момент замовлення, момент дозамовлення досягається автоматично). За аналогією з одержанням ряду $\{C_j^0\}$ розраховуємо ряд для підсумованого попиту за кількість днів до наступного постачання $\{C_j^1\}$ [1]:

$$\begin{cases} C_j^1 = \sum_{i=j}^{j+G_1+L} C_i, \text{ якщо } 1 \leq j \leq \max(i) - G_1 - L + 1 \\ C_j^1 = \sum_{i=j}^{\max(i)} C_i + \sum_{i=1}^{j+G_1+L-\max(i)-1} C_i, \text{ якщо } \max(i) - G_1 - L + 1 < j \leq \max(i) \end{cases}, \quad (15)$$

де C_j^1 – j -а сума попиту по позиції за кількість днів до наступного постачання, од.; G_i – кількість днів до i -го відвантаження, що очікується від постачальника за графіком майбутніх відвантажень, днів; L – час постачання, днів; C_i – попит по позиції за i -у дату, од.

Кількість одиниць, необхідних для підтримання необхідного рівня задоволення попиту залишками до наступного постачання, теж розраховується аналогічно попередній формулі, але з новими змінними [1]:

$$U_1 \rightarrow \min : \frac{\sum_j \min(U_1; C_j^1)}{\sum_j C_j^1} \geq N, \quad (16)$$

де U_1 – кількість по позиції АК, яка необхідна для задоволення попиту залишками на необхідному рівні до наступного постачання, од.; C_j^1 – j -та сума попиту по позиції за кількість днів до наступного постачання, од.; N – необхідний рівень задоволення попиту залишками по позиції, %.

Тоді обсяг замовлення по позиції буде рівний:

$$X = K \cdot \left(\left[\frac{\max(U_1 - B; 0)}{K} \right] + \text{sign} \left(\left\{ \frac{\max(U_1 - B; 0)}{K} \right\} \right) - J \right), \text{ де } \text{sign}(x) = \begin{cases} 1, x > 0 \\ 0, x \leq 0 \end{cases}, \quad (17)$$

де X – необхідне замовлення для задоволення попиту залишками на належному рівні до наступного постачання обсягу замовлення по позиції, од.; K – кратність відвантажень по позиції, яка розраховується як найбільший загальний дільник по всіх відвантаженнях клієнтам компанії або задається із кратності відвантажень по позиції в постачальника, од.; U_1 – кількість по позиції, яка необхідна для задоволення попиту залишками на необхідному рівні до наступного постачання, од.; B – поточні залишки по позиції із транзитами й за винятком оплачених резервів, од.; J – коефіцієнт округлення, який задає напрямок округлення $[0 \div 1]$.

У даній формулі перший доданок у дужках відповідає за той обсяг у розрахованому замовленні по позиції $(U_1 - B)$, який уже задовольняє умові кратності. Другий доданок дозволяє округлити в потрібну сторону ту частину замовлення, яка не задовольняє умові кратності. Коефіцієнт же округлення J прямо задає ту межу, вище якої ми округляємо до більшого значення, і відповідно може ухвалювати будь-яке значення від 0 до 1 (при $J = 0$ ми завжди округляємо до більшого значення; при $J = 1$ – завжди до меншого значення; у випадку якщо $J = 0.5$, здійснюється стандартне арифметичне округлення).

Усі наведені розрахунки рекомендується в автоматичному режимі робити в кінці кожного робочого дня, а розрахункові значення зберігати в плоских таблицях, по яких наступного дня можна було б будувати відповідні звіти. Ці таблиці повинні містити для кожного запису розрахункових параметрів системи – значення параметра й посилання на ключ із номенклатурної таблиці або довідника постачальників, а для тимчасових рядів даних – ще й дату для кожного запису. У звіт, який буде складати менеджер із замовлень АК, повинні виводитися по кожній позиції в абсолютних величинах і днях середньоденних продажів: значення необхідного замовлення X ; вільні залишки B ; поточні залишки, резерви й оплачені резерви; середній попит \bar{C} ; критичні мінімум m і максимум M ; кратність відвантажень K ; кількості, що визначають момент замовлення й обсяг дозамовлення U_0 і U_1 ; строк виробництва I ; закупівельна ціна Z і необхідний рівень задоволення попиту залишками N , – а також для кожного постачальника: період між поставками T ; час постачання L ; очікувані дати постачань G_0 і G_1 ; необхідні й фактичні оборотності O і/або прибутковість P . На підставі цього звіту, зробленого по конкретному постачальникові, рекомендується мати можливість автоматично створювати документ замовлення цьому постачальникові по цих позиціях у цих кількостях (X) – це дозволить уникнути зайвих помилок при набиванні замовлення вручну, а так само позбавить співробітників від зайвої рутинної роботи.

Таблиця 1 – Порівняння моделей управління запасами

Критерій	Модель	Фіксований період між постачаннями	Без фіксованого періоду між постачаннями
Попит		Добре передбачуваний	Сильно варіативний
Строк реакції при постачанні (LT)		Великий (тиждень, місяць)	Малий (дні – тиждень)
Штраф за відсутність на залишках		Невеликий (продажу)	Великий (виробництво)
Складських позицій від постачальника		Багато	Мало (в ідеалі – одна)

Висновки. Таким чином критерієм оптимізації запасів при багатономенклатурних постачаннях є мінімальні сумарні витрати, що включають витрати на постачання і утримання запасів за умови забезпечення необхідного рівня задоволення попиту залишками на складі (від 90% до 99%). На початковому етапі запровадження однієї із двох моделей управління запасами доцільно здійснити їх порівняльний аналіз (табл.1). Але, перш ніж остаточно використовувати ту чи іншу модель управління запасами, яка буде давати кращі результати в кожній конкретній ситуації необхідно проводити їхнє порівняльне математичне моделювання на конкретних даних, отриманих за результатами діяльності АСП.

Подальші удосконалення багатономенклатурної моделі управління запасами необхідно проводити за рахунок досліджень і прогнозування кількості постачань АК під замовлення.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Александрович В. М. Управление запасами и планирование снабжения: учеб. пособ. по курсу «Прикладная информатика в экономике» / В. М. Александрович. – Барнаул, Из-во Алт. гос. тех. ун-та, 2005. – 225 с.
2. Стерлигова А. Н. Управление запасами в цепях поставок: учеб. / А. Н. Стерлигова. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 430 с.

3. Шрайбфедер Дж. Эффективное управление запасами / Джон Шрайбфедер; Пер. с англ. – 2-е изд. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. – 304 с.
4. Пересветов Ю. В. Управление материальными ресурсами. Логистические принципы: учеб. для вузов ж.-д. транспорта / Ю. В. Пересветов. – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2007. – 128 с.
5. Разгуляев В. Автоматизация многономенклатурных закупок без фиксирования периода между поставками. Управление запасами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://upravlenie-zapasami.ru/>.
6. Рыжиков Ю. И. Теория очередей и управление запасами / Ю. И. Рыжиков. – СПб., Питер, 2001. – 384 с. – (Серия «Учебники для вузов»).
7. Сакович В. А. Модели управления запасами / В. А. Сакович. – Минск: Наука и техника, 1986. – 319 с.
8. Орлов А. И. Математика случая: Вероятность и статистика – основные факты: учеб. пособ. / А. И. Орлов. – М.: МЗ-Пресс, 2004. – 110 с.

REFERENCES

1. Aleksandrovich V. M. Upravlenie zapasami i planirovanie snabzheniya [Storekeeping and supply planning]. Barnaul, 2005. 225 p. (Rus)
2. Sterligova A. N. Upravlenie zapasami v tsepyakh postavok [Storekeeping in chains of deliveries]. Moscow, INFRA-M, Publ., 2008. 430 p. (Rus)
3. Jon Schreiberfeder. Efektivnoe upravlenie zapasami [Achieving Effective Inventory Management]. Moscow, Alpina Biznes Buks Publ., 2006. 304 p. (Rus)
4. Peresvetov Y. V. Upravlenie materialnymi resursami. Logisticheskie printsipy [Management of Material Resources. Logistical principles]. Moscow, 2007. 128 p. (Rus)
5. Razgulaev V. Poisk sopustbuyushchikh tovarov i raschet dlya nikh normy skladskogo ostatka. Upravlenie zapasami [Search of the accompanying goods and calculation for them norm of the warehouse rest. Storekeeping]: electronic resource. Available at: <http://upravlenie-zapasami.ru/>. (Rus)
6. Ryzhikov Yu. I. Teoriya ochereyey i upravlenie zapasami [The theory of turns and storekeeping]. Seriya «Uchebniki dlya vuzov» [A series «Textbooks for high schools»]. Saint Petersburg, Piter Publ., 2001. 384 p. (Rus)
7. Sakovich V. A. Modeli upravleniya zapasami [Storekeeping models]. Minsk, Nauka i tekhnika Publ., 1986. 319 p. (Rus)
8. Orlov A. I. Matematika sluchay. Veroyatnost i statistika – osnovnye fakty [Mathematics of a case: Probability and statistics - facts in issue]. Moscow, MZ-Press Publ., 2004. 110 p. (Rus)

РЕФЕРАТ

Хаврук В. О. Модифікація багатомноменклатурної моделі управління запасами / В. О. Хаврук // Управління проектами, системний аналіз і логістика. Науковий журнал: в 2 ч. Ч. 1: Серія: „Технічні науки” – К. : НТУ, 2014. – Вип. 13.

В статті розглядається питання управління запасами та вироблення тактики замовлення матеріальних ресурсів на основі математичної моделі для визначення запасу, який необхідний автосервісному підприємству при мінімальних сумарних витратах на зберігання запасів і забезпечення високого рівня задоволення потреб споживачів.

Об'єкт дослідження – система управління запасами.

Мета роботи – отримання залежностей для визначення параметрів математичної моделі управління матеріальними ресурсами з урахуванням постачань під замовлення.

Метод дослідження – аналіз показників управління запасами та прогнозування обсягів багатомноменклатурних замовлень для забезпечення продажів на кожний день діяльності підприємства.

Встановлено, що основними параметрами математичної моделі управління матеріальними ресурсами при багатомноменклатурних постачаннях є: максимальний і мінімальний рівні запасу АК; момент замовлення. Приводиться методологія розрахунку основних параметрів багатомноменклатурної моделі управління запасами (стратегії замовлення матеріальних ресурсів).

Обґрунтовано доцільність корегування періодів між постачаннями та оптимального обсягу замовлення на основі попиту на кожну дату при мінімальних витратах на утримання запасів та вартості постачать.

Результати статті можуть бути використані для розробки та запровадження систем управління запасами матеріальних ресурсів будь-якими суб'єктами господарської діяльності, зокрема автосервісними підприємствами.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – пошук оптимальної стратегії управління запасами з урахуванням тривалості постачань та розширення мережі постачальників.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АВТОМОБІЛЬНИЙ КОМПОНЕНТ, АВТОСЕРВІСНЕ ПІДПРИЄМСТВО, ВИТРАТИ, ЗАМОВЛЕННЯ, ЗАПАС, ЗАЛИШОК, ПОЗИЦІЯ, ПОПИТ, ПОСТАЧАЛЬНИК, ПРОДАЖ, СКЛАД.

ABSTRACT

Khavruk V. O. Updating of multinomenclature model of storekeeping. Management of project, system analysis and logistics. Science journal: In Part 2. Part 1: Series: "Technical sciences" - Kyiv: NTU, 2014. - Vol. 13.

In article it is considered questions of storekeeping and вироботки tactics of the order of material resources on the basis of mathematical model for the stock definition, which necessary for the autoservice enterprise at the minimum total expenses for storage of stocks and maintenance of high level of satisfaction of needs of consumers.

Object of the study – a control system of stocks.

Purpose of the study– reception of dependences for definition of parametres of mathematical model of management by material resources with the account снабжений under the order.

Method of the study – the analysis of indicators of storekeeping and forecasting of volumes of multinomenclature orders for maintenance of sales on every day activity of the enterprise.

It is established that key parametres of mathematical model of management of material resources at multinomenclature снабженнях is: the maximum and minimum levels of a stock; the order moment. The methodology of calculations of key parametres of multinomenclature model of storekeeping (strategy of the order of material resources) is resulted.

The expediency of updating of the periods between deliveries and optimum volume of the order on the basis of demand for each date is proved at the minimum expenses for deduction of stocks and cost of deliveries.

Results of article can be used for working out and introduction of control systems by stocks of material resources by any subjects of economic activities, in particular the autoservice enterprises.

Forecast assumptions about the object of study – a search of optimum strategy of storekeeping taking into account duration снабжений and expansions of a network of suppliers.

KEYWORDS: THE AUTOMOBILE COMPONENT, THE AUTOSERVICE ENTERPRISE, EXPENSES, THE ORDER, THE STOCK, THE REST, THE POSITION, DEMAND, THE SUPPLIER, SALE, THE WAREHOUSE.

РЕФЕРАТ

Хаврук В. А. Модификация многономенклатурной модели управления запасами / В. О. Хаврук // Управление проектами, системный анализ и логистика. Научный журнал: в 2 ч. Ч. 1: Серия: „Технические науки” – К. : НТУ, 2014. – Вип. 13.

В статье рассматриваются вопросы управления запасами и вироботки тактики заказа материальных ресурсов на основе математической модели для определения запаса, который необходимый автосервисному предприятию при минимальных суммарных затратах на хранение запасов и обеспечения высокого уровня удовлетворения нужд потребителей.

Объект исследования – система управления запасами.

Цель работы – получение зависимостей для определения параметров математической модели управления материальными ресурсами с учетом снабжений под заказ.

Метод исследования – анализ показателей управления запасами и прогнозирование объемов многономенклатурных заказов для обеспечения продаж на каждый день деятельности предприятия.

Установлено, что основными параметрами математической модели управления материальными ресурсами при многономенклатурных снабжениях есть: максимальный и минимальный уровни запаса; момент заказа. Приводится методология расчетов основных параметров многономенклатурной модели управления запасами (стратегии заказа материальных ресурсов).

Обоснована целесообразность корректировки периодов между поставками и оптимального объема заказа на основе спроса на каждую дату при минимальных затратах на удержание запасов и стоимости поставок.

Результаты статьи могут быть использованы для разработки и внедрения систем управления запасами материальных ресурсов любыми субъектами хозяйственной деятельности, в частности автосервисными предприятиями.

Прогнозные предположения относительно развития объекта исследования – поиск оптимальной стратегии управления запасами с учетом продолжительности снабжений и расширения сети поставщиков.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АВТОМОБИЛЬНЫЙ КОМПОНЕНТ, АВТОСЕРВИСНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ, ЗАТРАТЫ, ЗАКАЗ, ЗАПАС, ОСТАТОК, ПОЗИЦИЯ, СПРОС, ПОСТАВЩИК, ПРОДАЖА, СКЛАД.

АВТОР

Хаврук Володимир Олександрович, Національний транспортний університет, асистент кафедри технічної експлуатації автомобілів та автосервісу, e-mail: khavruk@gmail.com, тел.+380950187190, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к.410.

AUTHOR

Khavruk Volodymir, National Transport University, assistant to chair of technical operation of cars and autoservice, e-mail: khavruk@gmail.com, tel.+380950187190, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 410.

АВТОР

Хаврук Владимир Александрович, Национальный транспортный университет, ассистент кафедры технической эксплуатации автомобилей и автосервиса, e-mail: khavruk@gmail.com, тел.+380950187190, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к.410.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Брегіда Федір Миколайович, кандидат технічних наук, ДП «ДЕРЖАВТОТРАНСНДИПРОЕКТ», завідувач Відділу дослідження та нормативно-правового забезпечення у сфері технічної експлуатації дорожніх транспортних засобів, e-mail: to@insat.org.ua, тел.+380442010806, Україна, 03113, м. Київ, пр. Перемоги 57, к.714.

Посвятенко Едуард Карпович, доктор технічних наук, Національний транспортний університет, професор кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, тел.+380442809805, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к.102.

REVIEWER:

Bregida Fedir, Candidate of Science (Engineering), DP «DERGAUTOTRANSNDIPROJECT», Head of Department of research and is standard-legal maintenance in sphere of technical operation of road vehicles, e-mail: to@insat.org.ua, tel.+380442010806, Ukraine, 03113, Kyiv, pr. Peremogy 57, of. 714.

Posviatenko Eduard, Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National Transport University, department of manufactures, repair and materials technology, Kyiv, tel.+380442010806, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 102.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Брегіда Фёдор Николаевич, кандидат технических наук, ГП «ГОСАВТОТРАНСНДИПРОЭКТ», заведующий Отделом исследования и нормативно-правового обеспечения в сфере технической эксплуатации дорожных транспортных средств, e-mail: to@insat.org.ua, тел.+380442010806, Украина, 03113, г. Киев, пр. Победы, 57, к.714.

Посвятенко Эдуард Карпович, доктор технических наук, Национальный транспортный университет, профессор кафедры производства, ремонта и материаловедения, тел.+380442809805, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к.102.