

ЛОГІСТИЧНИЙ ПІДХІД МОДЕЛЮВАННЯ ЗАПАСІВ НА ПІДПРИЄМСТВІ

АНОТАЦІЯ. У статті розглянуто питання визначення оптимальної партії поставки з мінімальними витратами на його поставку й зберігання, причому на відміну від моделей, розглянутих в літературі, замовлення на поставку товару визначається самим виробничим процесом.

SUMMARY. In the floor the question of determination of optimum party of delivery is considered with minimum charges on his delivery and storage, thus unlike the models considered in literature, the order on delivery of commodity is determined by a production process.

Як відомо, виробничі запаси – це матеріальні цінності для виробничого споживання, у певний час у певному місці [1]. Запаси консолідує ресурси, що дозволяє встановлювати баланс між попитом та пропозицією. Відомо, що між попитом та пропозицією матеріальних цінностей, які формують матеріальний потік, може існувати розрив у часі.

Основна мета виробничої логістики полягає у забезпеченні ритмічного і економічного руху матеріальних ресурсів між стадіями та робочими місцями основного виробництва відповідно до планів виробництва й реалізації готової продукції або замовленнями споживачів. Для досягнення поставленої мети необхідно комплексно здійснювати планування, організацію руху матеріального потоку і оперативне управління ним в основному виробництві, а також у сфері допоміжного й обслуговуючого виробництва.

Допоміжний процес включає процедури закупівель, виробництва і доставки на робочі місця технологічного оснащення, запасних частин виробничого й обслуговуючого устаткування, подачу електроенергії, газу, води, пари, мастильних матеріалів і так далі.

Обслуговуюче виробництво пов'язане в основному із транспортними й складськими операціями.

Таким чином, виробнича логістика тісно поєднана зі складською логістикою й питаннями скорочення всіх видів запасів, що обумовлює її актуальність.

Виробництво, а точніше, виробнича логістика, в свою чергу, сполучена з логістикою постачання, основна мета якої полягає в організації надійного постачання матеріалів для виконання необхідного виробничого процесу.

Кожна поставка товару починається з визначення потреби в матеріальних ресурсах даного підприємства і пошуку відповіді на запитання, скільки, коли і яких матеріальних ресурсів необхідно придбати. У запропонованій статті ставиться мета шляхом імовірнісний підходу вирішити поставлені завдання.

Оскільки логістика постачання тісно пов'язана зі складською логістикою, то зазначені питання можна вирішити у рамках складської логістики.

Найбільш розповсюдженою у світі логістичною концепцією управління матеріальними потоками є концепція «точно в строк» (“just in time” або JIT) [1], яка заснована на синхронізації процесів доставки матеріальних ресурсів (МР) і готової продукції (ГП) у необхідних кількостях, в той момент, коли ланки логістичної системи мають в них потребу, з метою мінімізації витрат, пов'язаних зі створенням запасів.

Слід зазначити, що й постановка самої проблеми і її вирішення відносилися до ситуації, при якій був заданий виробничий розподіл. Саме в цьому випадку можна було так організувати рух матеріальних потоків, коли всі матеріали, компоненти й напівфабрикати будуть надходити в необхідній кількості в потрібне місце і в точно заданий термін для виробництва й складування готової продукції. У такому вимірі страхові запаси, які іммобілізують кошти підприємства, стають непотрібними.

Як бачимо, концепція «точно в строк» базується на синхронізації таких логістичних функцій, як постачання й виробництво, що приводить до мінімізації запасів, а отже, і до скорочення витрат на їхнє зберігання.

Логістичні системи, які використовують концепцію «точно в строк» є «тянущими» системами, у яких розміщення замовлень на поповнення запасів матеріальних ресурсів або готової продукції здійснюються в тому випадку, якщо кількість їх у певних ланках логістичної системи досягає

критичного рівня. При цьому запаси «втягиваються» по розподільним каналам від постачальників матеріальних ресурсів. У концепції «точно в строк» важливу роль відіграють такі елементи:

1. попит на ГП, що визначає подальший рух сировини, матеріалів, напівфабрикатів, компонентів;
2. концентрація основних постачальників матеріальних ресурсів поблизу підприємства;
3. надійність постачальників;
4. якість продукції;
5. точність інформації;
6. висока трудова дисципліна і відповідальність усього персоналу.

Таким чином, для забезпечення виробничого процесу на підприємстві необхідне регулярне постачання потоку матеріалів і комплектуючих. Останні, у свою чергу, вимагають визначення потреби в матеріальних ресурсах, вибору джерела ресурсів (або постачальника), розміщення й відсилання замовлення, транспортування замовлення. Зазначені дії необхідні для завершення процесу постачання.

Як було зазначено вище, кожна поставка товару починається з визначення потреби в матеріальних ресурсах даного підприємства і пошуку відповіді на запитання: скільки, коли і яких матеріальних ресурсів необхідно закуповувати. Визначення потреби в матеріальних ресурсах можна здійснювати трьома способами.

По перше, детермінованим – для розрахунків вторинної потреби в матеріальних ресурсах при відомій первинній на основі планів виробництва й нормативних витрат. Ефективною методикою визначення потреби в матеріальних ресурсах вважається календарний метод планування MRP-систем. MRP-системи планування є базовими системами, заснованими на концепції «планування потреб/ресурсів» у виробництві й постачанні (системи типу MRP-I; і MRP-II).

MRP-системи оперують із матеріалами, компонентами, напівфабрикатами і їх частинами, попит на які залежить від попиту на готову продукцію. Основні цілі MRP – систем - це [1]:

а) задоволення потреби в матеріалах, компонентах і продукції для планування виробництва й доставки споживачам;

б) підтримання низького рівня запасів матеріальних ресурсів, незавершеного виробництва (НЗВ) і готової продукції. Оптимальний розмір запасу визначається за допомогою детермінованої моделі управління запасами;

в) планування виробничих операцій, розкладів доставки, закупівельних операцій.

У процесі реалізації цих цілей MRP-система забезпечує потік планових кількостей МР і запасів готової продукції за час, який необхідний для планування. MRP-система починає свою роботу з визначення, кількості і строків виготовлення готової продукції, потім визначаються час і необхідна кількість МР для забезпечення потреби виробничого процесу.

DRP-система (системи планування розподілу продукції/ресурсів – DRP-I і DRP-II) – це, власне, графік, який координує весь процес поставки й поповнення запасів ГП у дистриб'юторській мережі. Для цього складається розклад для кожної ланки логістичної системи (ЛС), пов'язаної з формуванням запасів ГП, які потім інтегруються у загальну вимогу на поповнення запасів ГП на складах підприємства або в оптових посередників. DRP-системи уможливають досягнення певних конкурентних переваг у маркетингу й логістиці, а саме: поліпшення якості сервісу за рахунок зменшення часу доставки ГП і задоволення потреб споживачів, поліпшення просування нових товарів на ринок, покращення координації управління запасами ГП і та інше.

Функціонування DRP-системи базується на споживчому попиті, який не може визначитися фірмою з повною визначеністю. Тому невизначене, випадкове зовнішнє середовище обумовлює додаткові вимоги й обмеження в політиці управління запасами ГП. На відміну від DRP-систем, MRP-системи дозволяють контролювати виробничий розклад фірмою-виробником готової продукції й тому умови їх функціонування більш визначені.

DRP-системи планують і регулюють рівень запасів на базах і складах підприємства у власній товаровиробничій мережі збуту або в оптових торговельних посередників.

В останні роки на багатьох західних фірмах широко розповсюджена логістична концепція LP (lean production або «стройного производства»), яка є розвитком логістичних систем KANBAN і MRP. Сутність даної концепції полягає в поєднанні в одну систему таких елементів, як:

- високої якості;
- невеликого розміру виробничих партій;
- низького рівня запасів;
- висококваліфікованого персоналу;
- гнучких виробничих технологій.

Основні цілі «стройного производства» полягають у тому, щоб:

- а) випускати продукцію високої якості;
- б) з низькими виробничими витратами;
- в) швидко реагувати на зміни споживчого попиту;
- г) переналагодження устаткування робити за мінімальний час.

Отже, можна відзначити, що концепція «стройного производства» частково ґрунтується на принципі «тянущих» систем. Стосовно до цієї концепції даний принцип означає: відсутність складів, тільки мінімальні запаси на полицях, усі запаси – на робочих місцях, висока залежність від попиту.

Видозміною логістичної концепції DRP з точки зору поліпшення реакції на зміну споживчого попиту є концепція «реагування на попит» (DDT). Найбільш відомими є її чотири варіанти [1]:

- концепція «точки замовлення» (ROP – концепція);
- концепція «швидкого реагування» (QR);
- концепція безперервного поповнення запасів (CR);
- концепція автоматичного поповнення запасів (AR).

У даній роботі, використовуючи концепцію «точка замовлення», побудуємо оптимальну стратегію управління запасами на промисловому підприємстві в основному виробництві.

Як відомо, створення запасів пов'язане з додатковими фінансовими витратами на їхнє зберігання, збитки пов'язані з дефіцитом і так далі. Тому виникає необхідність у скороченні цих фінансових витрат за допомогою досягнення оптимального балансу між обсягом запасу, з одного боку, а з іншого – фінансовими витратами. Цей баланс досягається визначенням оптимального (економічно вигідного) розміру партії поставки.

Логістична система управління запасами ставить своєю метою безперервне забезпечення підприємства деяким видом матеріального ресурсу з мінімальними витратами на його поставку й зберігання. Іншими словами, ціль заготівельної логістики полягає у тому, щоб потрібні товари були в потрібному місці, у необхідній кількості, у потрібний момент, а витрати на їхнє обслуговування були мінімальними.

Логістика дозволяє суттєво скоротити часовий інтервал між придбанням сировини, напівфабрикатів, комплектуючих виробів і поставкою готового продукту споживачеві, сприяє значному скороченню матеріальних запасів, прискорює процес одержання інформації, підвищує рівень сервісу.

Отже, розглянемо процес постачання підприємства основними ресурсами. Ставиться завдання визначення оптимальної стратегії створення запасів з урахуванням того, що підприємство за певний проміжок часу T повинно випустити задану попитом λ необхідну кількість продукції, і щоб витрати на зберігання сировини були мінімальними. Враховуючи вищесказане, відзначимо, що розмір виробничого запасу суттєво залежить від технологічного процесу.

Припустимо, що попит на продукцію, яка виготовляється на підприємстві, є випадковим і розподіленім за законом Пуассона з параметром $\lambda > 0$. На виготовлення готової продукції (або напівфабрикату) підприємство витрачає деякий випадковий час, що має показовий закон розподілу з параметром $\mu > 0$. Для підтримки технологічного процесу підприємству необхідно планувати запаси, обумовлені специфікою технологічного процесу. Попит на запаси є випадковою величиною, закон розподілу якої визначається станом технологічного процесу.

Будемо вважати, що процес обробки виробів на підприємстві моделюється одноканальною системою масового обслуговування із зазначеним вище пуасонівським вхідним потоком з інтенсивністю $\lambda > 0$ й показово розподіленім часом обслуговування з параметром $\mu > 0$. Будемо вважати, що обмеження на величину попиту, а, отже, і на довжину черги відсутні.

Тоді, можна припустити, що технологічний процес обробки виробів на підприємстві моделюється одноканальною системою масового обслуговування (СМО) з пуасонівським вхідним потоком $\lambda > 0$, показово розподіленім часом обслуговування з параметром $\mu > 0$, необмеженою величиною черги, тобто системою типу $M/M/1$. Стани даної системи, а, відповідно, й технологічного процесу обробки виробів такі:

«0» - підприємство не працює (простій устаткування). У цьому стані знаходження сировини на складі недоцільне.

«1» - у системі є одне замовлення, а, отже, природно, щоб на складі була сировина у кількості, яка необхідна, для виготовлення тільки одного виробу.

« k » - у системі є рівно k замовлень на виготовлення k одиниць готової продукції й доцільно, щоб на складі була сировина, необхідна для виготовлення k одиниць продукції, $k > 1$.

Отже, стан самого технологічного процесу повністю визначає попит на сировину ξ , який є випадковою величиною, що має такий закон розподілу:

ξ	0	1	2	...	k	...
P	P_0	P_1	P_2	...	P_k	...

де ймовірність P_k означає, що в системі масового обслуговування рівно k замовлень, і визначається за формулами Ерланга [2,3,4] :

$$P_k = \rho^k (1 - \rho), \quad (1)$$

де $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$ – коефіцієнт завантаження системи.

Слід зазначити, що значення ймовірностей P_k , а, отже, і значення k , за допомогою якого знаходимо розмір оптимальної партії поставки, залежать від коефіцієнта завантаження системи ρ , який зумовлюється виробничими потужностями конкретного підприємства, а не тільки попитом на кінцеву продукцію.

Відзначимо види витрат підприємства:

а) підприємство платить за зберігання запасів, витрати на яке пропорційні $C_{зб}$, часу зберігання й середньому розміру сировини, що зберігається;

б) у випадку недостачі (дефіциту) сировини організується екстрена поставка необхідної кількості сировини, причому витрати на доставку пропорційні $C_{деф}$, часу дефіциту й середньому розміру дефіциту.

Тоді, для визначення оптимальної партії поставки функціонал витрат має вигляд [5]

$$L(q) = \begin{cases} \left(q - \frac{\xi}{2} \right) c_{зб}, & \xi \leq q \\ \frac{c_{зб} q^2}{2\xi} + \frac{c_{деф} (\xi - q)^2}{2\xi}, & \xi > q \end{cases}$$

Враховуючи, що ξ – дискретна випадкова величина, необхідно знайти мінімальне значення математичного сподівання функціонала витрат:

$$ML(q) = C_{зб} \sum_{k=0}^q \left(q - \frac{k}{2} \right) P_k + C_{зб} \sum_{k=q+1}^{\infty} \frac{q^2}{2k} P_k + C_{деф} \sum_{k=q+1}^{\infty} \frac{(k-q)^2}{2k} P_k \rightarrow \min$$

Оскільки ξ – дискретна випадкова величина, то мінімальне значення знаходимо із системи нерівностей:

$$\begin{cases} L(q^* - 1) \geq L(q^*) \\ L(q^* + 1) \geq L(q^*) \end{cases}$$

Після перетворень системи оптимальний розмір запасу q^* визначається з подвійної нерівності [5]

$$q^* : f(q^* - 1) < k < f(q^*), \quad (1)$$

де
$$k = \frac{C_{def}}{C_{зб} + C_{def}};$$

$$f(q^*) = P\{\xi \leq q^*\} + (q + 0,5) \sum_{k=q+1}^{\infty} \frac{p_k}{k},$$

яке з урахуванням (1) дає:

$$f(q^*) = 1 - \rho^{q+1} + \frac{(q + 0,5)}{1 - \rho} \sum_{k=q+1}^{\infty} \frac{\rho_k}{k}. \quad (2)$$

Отже, застосування формул (1) і (2) дозволяє визначити оптимальне значення розміру запасу, виходячи з особливостей функціонування самого підприємства.

Список літератури:

1. Логистика. Учеб. пособие/ Б.А. Аникин и др. под редакцией Б.А.Аникина, Т.А. Родниной. – М.: ТК Велби, изд-во Проспект, 2007. – 408 с.
2. Гнеденко Б.В. Введение в теорию массового обслуживания / Б.В.Гнеденко., И.Н.Коваленко - М.: «Наука», 1966. 431 с.; черт. — (Физ: — мат. б-ка инженера)
3. Кофман А., Крюон Р. Массовое обслуживание: теория и приложение / А.Кофман., Р.М.Крюон: - М.: Мир; 1965. - 302 с.
4. Саати Т.Л. Элементы теории массового обслуживания и ее приложения.- М.: Изд-во «Советское радио», 1971. - 520 с.
5. Хруцкий Е.А. Оптимизация хозяйственных связей и материальных запасов/Е.А.Хруцкий, В.А.Сокович С.П.Колесов. - М.: Экономика, 1977. - 154 с.