

Моделювання в економіці, організація виробництва та управління проектами

УДК 519.95:65

А.И. Лысенко, Е.И. Шостак, А.Б. Сариева

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков

УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ ПРОИЗВОДСТВЕННО-СБЫТОВОЙ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ СПРОСА

В статье описан метод экономической оценки различных стратегий управления запасами производственно-сбытовой системы в условиях неопределенности спроса. Получены условия, определяющие выбор стратегии фиксированного объема заказа или стратегии фиксированного периода поставки по критерию минимизации производителем издержек хранения страхового запаса готовой продукции.

Ключевые слова: производственно-сбытовая система, управление запасами, стратегия фиксированного объема заказа, стратегия фиксированного периода поставки, закон бета-распределения.

Введение

Процедура планирования процессов производства предусматривает принятие решения об объемах товарной продукции и длительностях технологических циклов производителя в условиях рыночной неопределенности спроса [1].

В связи с этим рассматривается логистическая модель «поставщик-потребитель», в которой поставщиком является предприятие, производящее товарную продукцию, а потребитель представляет собой предприятие оптово-розничной торговли. Существующие логистические модели регулирования поставок товарной продукции строятся на основе следующих стратегий управления запасами: стратегии фиксированного периода поставок и стратегии, предполагающей изменение периода поставок в зависимости от спроса.

В первом случае количество заказываемых изделий (объем поставки) постоянно и определяется исходя из условий минимизации транспортных и складских издержек оптово-розничной торговли. Пополнение складского запаса осуществляется при достижении минимальной величины, которая не может быть меньше страхового объема товарной продукции. При этом интервал времени между поставками (период поставки) изменяется в зависимости от спроса и представляет собой случайную величину.

Во втором случае заказ на поставку товарной продукции осуществляется через заранее установленный период времени, который определяется из условий минимизации затрат на транспортные и складские услуги. При этом объем поставки в зави-

симости от спроса имеет переменный размер и представляет собой случайную величину.

Задачи выбора экономически выгодного размера заказа или периода поставок решаются, как правило, в детерминированной поставке [2] и всегда с позиции интересов потребителя [3] в данном случае предприятия оптово-розничной торговли.

Цель статьи состоит в постановке и описании метода решения задачи выбора рациональной стратегии выполнения заказов с позиции производителя товарной продукции (поставщика), у которого существует с одной стороны риск потери возможной прибыли при возникновении дефицита готовой продукции, а с другой – риск дополнительных затрат при хранении излишков производственной продукции.

Постановка задачи исследования. Необходимо разработать стохастическую модель управления запасами в логистической системе «поставщик - потребитель» с позиции интересов «поставщика» в условиях случайного спроса на товарную продукцию.

Полученные результаты

Процесс изменения запасов Q во времени t в системе «поставщик - потребитель» представлен на рис. 1, где: Q_0 – объем поставки; t_0 – период поставки; T – плановый период времени.

Предполагается, что размер запаса Q и время его использования t линейно взаимосвязаны следующим образом:

$$Q = Q_0 - qt; \quad (1)$$

где q – суточный расход запаса.

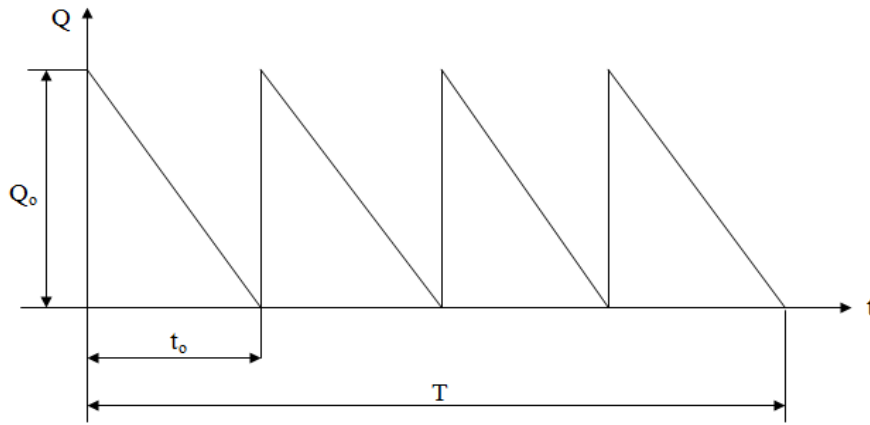


Рис. 1. Динаміка змін запасів

Тоді затрати на зберігання Z_{xp} запасу визначаються як

$$Z_{xp} = \frac{Th}{2} Q;$$

де: h – затрати на зберігання одиниці запасу в одиницю часу.

Затрати, пов'язані з поставками запасу Z_{tp} , виражаються наступним чином

$$Z_{tp} = \frac{Tq}{Q} K + T_{cq};$$

де: k – умовно-постійні затрати при транспортуванні однієї поставки; c – прямі затрати на поставку одиниці запасу.

Об'єм економічно вигідного замовлення

$$Q_0 = \sqrt{\frac{2kq}{h}}$$

визначається з необхідних умов

$$\frac{dZ}{dQ} = 0$$

мінімізації сумарних витрат

$$Z = Z_{xp} + Z_{tp}$$

при виконанні достаточних умов

$$\frac{d^2 Z}{dQ^2} > 0, \text{ при } Q = Q_0.$$

Величина економічно вигідного періоду поставки з урахуванням співвідношення (1) дорівнює

$$t_0 = \sqrt{\frac{2k}{qh}}$$

При використанні моделі з фіксованою величиною замовлення об'єм поставок є постійною величиною Q_0 , а період поставок змінюється і представляє собою неперервну випадкову величину t з певного інтервалу значень $[t_{min}, t_{max}]$, межі якого визначаються законом розподілу. Як закон розподілу випадкової величини $t \in [t_{min}, t_{max}]$ періоду поставок приймається закон бета – розподілу виду

$$f(t) = \frac{12(t-t_{min})(t_{max}-t)^2}{(t_{max}-t_{min})^4}, \quad (2)$$

для якого справедливі наступні емпіричні вирази математичного очікування

$$E = 0,2(3t_{min} + 2t_{max}) \quad (3)$$

і дисперсії

$$D = 0,04(t_{max} - t_{min})^2.$$

Використовуючи аналітичне вираження для дисперсії неперервної випадкової величини, підкореної заданому закону бета – розподілу (2), одержимо наступну систему рівнянь

$$\begin{cases} 0,6t_{min} + 0,4t_{max} = t_0; \\ 300 \int_{t_{min}}^{t_{max}} (t-t_0)^2 (t-t_{min})(t_{max}-t)^2 dt = (t_{max}-t_{min})^6; \end{cases}$$

відносно невідомих t_{min} , t_{max} при заданій величині математичного очікування $\bar{t} = t_0$. Розв'язок одержаної системи управління зводиться до знаходження дійсного корня $0 < t_{min}^* < t_0$ рівняння

$$4,59t_{min}^4 - 27t_0t_{min}^3 + 58,5t_0^2t_{min}^2 - 55t_0^3t_{min} + 18,75t_0^4 = 0.$$

Одержане рішення t_{min}^* дозволяє визначити з урахуванням співвідношення (3) верхню межу зміни випадкової величини періоду поставки

$$t_{max}^* = 2,5t_0 - 1,5t_{min}^*$$

і можливий діапазон її вимірювання

$$\Delta t = t_{max}^* - t_{min}^*.$$

Знайдена величина максимально – можливої зміни періоду поставки визначає собою страхову резерву часу Δt , яким повинен володіти виробник (поставщик) для гарантованої поставки в потрібний термін замовлення заданого об'єму $Q_0 = \sqrt{2kq/h}$.

При цьому додаткові витрати виробника Z_0 , пов'язані з зберіганням готової продукції

ции при использовании стратегии фиксированного объема заказа определяется как

$$Z_Q = \Delta t \cdot Q_0 h.$$

При использовании модели с фиксированным периодом поставки t_0 объем заказа становится переменным и представляет собой случайную величину Q из некоторого интервала возможных значений: $[Q_{\min}, Q_{\max}]$. В этом случае задача определения диапазона изменения

$$\Delta Q = Q_{\max}^* - Q_{\min}^*;$$

случайной величины объема поставки Q сводится к решению следующей системы уравнений:

$$\begin{cases} 0,6Q_{\min} + 0,4Q_{\max} = Q_0; \\ 4,59Q_{\min}^4 - 27Q_0Q_{\min}^3 + 58,5Q_0^2Q_{\min}^2 - 55Q_0^3Q_{\min} + 18,75Q_0^4 = 0; \end{cases}$$

при условии $0 < Q_{\min}^* < Q_0$.

Найденная величина возможного изменения объема поставки ΔQ определяет собой страховой запас готовой продукции, которым должен располагать производитель (поставщик) для гарантированного выполнения заказа требуемого объема $Q \in [Q_{\min}^*, Q_{\max}^*]$ в заданный срок t_0 . При этом издержки производителя связанные с хранением страхового запаса готовой продукции при использовании стратегии фиксированного периода поставки определяется как

$$Z_t = \Delta t_0 h.$$

Выводы

Разработанная стохастическая модель регулирования поставок товарной продукции в логистической системе «поставщик - потребитель» позволяет получить в условиях неопределенности спроса количественные оценки дополнительных издержек производителя (поставщика) при различных стратегиях управления запасами и выбрать наиболее выгодный с экономической точки зрения вариант.

Стратегия фиксированного размера поставки Q_0 экономически более выгодна, если выполняется условие $Z_Q < Z_t$ откуда следует соотношение

$$\frac{\Delta t}{t_0} < \frac{\Delta Q}{Q_0}.$$

Другими словами управление запасами производственно – сбытовой системы осуществляется поставками постоянного объема, если возможное относительное изменение периода поставок $\Delta t/t_0$ не превышает ожидаемое относительное изменение требуемого количества готовой продукции $\Delta Q/Q_0$.

В противном случае, если выполняется условие

$$\frac{\Delta t}{t_0} > \frac{\Delta Q}{Q_0}$$

целесообразно использовать стратегию фиксированного периода $t_0 = \sqrt{\frac{2k}{qh}}$ поставок готовой продукции.

Список литературы

1. *Экономико-математическое обеспечение управленческих решений в менеджменте* / В.М.Вартанян, Д.В.Дмитришин, А.И.Лысенко, А.Г.Осиевский и др. – Харьков: ХТЭУ, 2001. – 288 с.
2. *Реклейтис Г. Оптимизация в технике: В 2-х кн. Кн. 1 пер. с англ. В.Я. Алтаева, В.И. Моторина / Г. Реклейтис, А. Рейвиндран, К. Рэчдел. – М.: Мир, 1986. – 354 с.*
3. *Черчмен У. Введение в исследование операций: пер. с англ. В.Я. Алтаева, Ю.А. Крутикова, А.И. Теймана под ред. А.Я. Лернера / У. Черчмен, Р. Акоф, Л. Арноф. – М.: Наука, 1967. – 488 с.*

Поступила в редколлегию 14.03.2013

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.М. Вартанян, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского “ХАИ”, Украина, Харьков.

УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ ВИРОБНИЧО-ЗБУТОВОЇ СИСТЕМИ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ПОПИТУ

О.І. Лисенко, О.І. Шостак, А.Б. Сарієва

У статті описаний метод економічної оцінки різних стратегій управління запасами виробничо-збутової системи в умовах невизначеності попиту. Отримані умови, що визначають вибір стратегії фіксованого обсягу замовлення або стратегії фіксованого періоду постачання за критерієм мінімізації виробником витрат зберігання страхового запасу готової продукції.

Ключові слова: виробничо-збутова система, управління запасами, стратегія фіксованого обсягу замовлення, стратегія фіксованого періоду постачання, закон бета-розподілу.

CONTROL OF INVENTORIES OF PRODUCTION-SALE SYSTEM IN THE CONDITIONS OF VAGUENESS OF DEMAND

A.I. Lysenko, E.I. Shostak, A.B. Sarijeva

In the article the method of economic evaluation of different strategies of control of inventories of the production-sale system is described in the conditions of vagueness of demand. Terms, determining the choice of strategy of the fixed order or strategy of the fixed period of delivery volume on the criterion of minimization of costs of storage of insurance supply of the prepared products a producer, are got.

Keywords: production is the sale system, control of inventories, strategy of the fixed order volume, strategy of the fixed period of delivery, law a beta is distributing.