УДК 368
А.Г. Барлиани
СГГА, Новосибирск

АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТРАХОВОГО МАТЕРИАЛЬНОГО ЗАПАСА

Управление запасами является ключевой логистической операцией, составляющей наиболее важную сферу логистического менеджмента фирмы, как с точки зрения трудоемкости, так и связанных с нею затрат. Для эффективного функционирования логистической системы необходимо создавать страховой запас, предназначенный для элиминирования логистических и финансовых рисков, связанных с непредвиденными колебаниями спроса на готовую продукцию, невыполнением договорных обязательств по поставкам материальных ресурсов, сбоями в производственно-технологических циклах и другими непредвиденными обстоятельствами. Так как в любых запасах замораживаются большие финансовые средства, поэтому определение оптимального уровня страхового запаса является актуальной задачей в логистике.

На логистические системы управления материальными запасами оказывают влияние множество факторов, приводящие к колебаниям параметров системы, которые, таким образом, становятся случайными величинами. Случайной величиной может быть потребление и поступление материальных ресурсов или время выполнения заказа. Поскольку определяющим фактором в моделях управления запасами является спрос, то проведем анализ случайных величин на примере этого фактора.

Пусть спрос на продукцию предприятия или расход материальных ресурсов – случайная величина с математическим ожиданием $\overline{A}$ и конечной дисперсией σ.

Чтобы избежать дефицита в системе при случайных колебаниях спроса, предприятию необходимо иметь некоторый страховой запас R_0 . Для бесперебойной работы системы вероятность того, что спрос за время цикла не превысит величины, равной сумме оптимального размера заказа и страхового запаса (S_0+R_0), должна быть достаточно велика. Эту вероятность называют коэффициентом надежности и обозначают через P. Иногда удобнее использовать коэффициент риска $\alpha=1-P$. То есть, если A – спрос между двумя последовательными моментами размещения заказа, то размер страхового запаса R_0 определяется таким образом, чтобы вероятность истощения запасов в течение цикла не превышала заданной величины α.

Предположим, что $f(A)$ – плотность распределения вероятностей спроса в течение этого срока, а вероятность истощения запаса в течение цикла не должна превышать P. Тогда размер страхового запаса определяется из условия следующей формулы:

$$P=P\{A\geq S_0+R_0\}=\int_{S_0+R_0}^{\infty} f(A)dA.$$

Если распределение спроса подчинено нормальному закону, то функция плотности распределения имеет вид:

$$f(A)=\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\,e^{-\frac{(A-\overline{A})^2}{2\sigma^2}}.$$

Введем обозначения:

$$t=\frac{A-\overline{A}}{\sigma},$$

где $\sigma=\sqrt{\frac{\sum\left(A_i-\overline{A}\right)^2 f_i}{\sum f_i}}$ – среднеквадратическое отклонение случайной величины;

f_i – частота, с которой наблюдается величина спроса A_i;

$\overline{A}=\frac{\sum A_i f_i}{\sum f_i}$ – средняя величина.

С учетом этих обозначений плотность распределения спроса будет иметь вид:

$$f(A)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{t^2}{2}}.$$

Задача нахождения оптимально страхового запаса при нормальном распределении плотности вероятностей величины спроса формулируется следующим образом: по заданному значению коэффициента риска найти значение величины t, для которого выполняется равенство $\alpha=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int\limits_t^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}}dt$.

Решение этого уровня относительно t по заданному коэффициенту риска находится из таблиц нормального распределения. Поскольку риск будет существовать, то $A=\overline{A}+R_0$. Учитывая, что $t=\frac{A-\overline{A}}{\sigma}$, страховой запас должен быть, по меньшей мере, $A-\overline{A}=R_0$. Таким образом, страховой запас определяется по следующей формуле:

$$R_0=t*\sigma. \qquad (1)$$

При распределении спроса по закону Пуассона функция плотности вероятностей имеет вид:

$$f(A)=\frac{\overline{A}^A}{A!}e^{-\overline{A}},$$

а величина страхового запаса находиться по формуле:

$$R_0=t\sqrt{\overline{A}}, \qquad (2)$$

где t определятся по специальным таблицам теории вероятностей.

Для экспоненциального (показательного) распределения с функцией плотности вероятности $f(A)=\frac{1}{\overline{A}}e^{-\frac{A}{\overline{A}}}$ страховой запас будет равняться:

$$R_0 = -\overline{A}(\ln\alpha + 1). \qquad (3)$$

Порядок определения страхового запаса по предложенному алгоритму:

1. Выдвигается гипотеза о законе распределения случайной величины спроса. Для этого статистические данные группируются в виде интервального ряда, и строится гистограмма известным способом. Верхние основания прямоугольников, образующих гистограмму, соединяют плавной кривой. По форме этой кривой выдвигается предположение о законе распределения спроса.

2. Выдвинутую гипотезу необходимо подтвердить либо опровергнуть. С этой целью можно воспользоваться критерием Пирсона:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{n} \frac{(f_i - f'_i)^2}{f'_i}, \qquad (4)$$

где f_i – эмпирические частоты, а f'_i – теоретические частоты.

Для нормального закона распределения спроса

$$f'_i = \frac{N \cdot h}{\sigma} \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{t_i^2}{2}},$$

где N – объем выборки, h – длина интервала.

Для распределения Пуассона теоретические частоты определяются по формуле:

$$f'_i = N \cdot \frac{\overline{A}^{A_i}}{A!} \cdot e^{-\overline{A}},$$

а для экспоненциального распределения:

$$f'_i = N \cdot h \cdot \frac{1}{\overline{A}} \cdot e^{-\frac{A_i}{\overline{A}}}.$$

Далее значение критерия Пирсона (4) сравнивается с критическим значением, определяемым по таблицам на основании уровня значимости α и числа степеней свободы $k = n - 3$.

Если $\chi_н^2 \leq \chi_{кр}$, то выдвинутая гипотеза принимается, в противном случае – отвергается. После выявления закона распределения определяется страховой запас по формулам (1), (2) или (3).