

ЛОГИСТИКА СТРАХОВОГО ЗАПАСА

Амридон Гемзаевич Барлиани

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, к.т.н., доцент кафедры прикладной информатики, тел. (983) 319-99-31

В статье на основании вероятностно – статистического подхода предложен алгоритм для расчета страхового запаса.

Ключевые слова: страховой запас, плотность распределения вероятностей, нормальный закон распределения, экспоненциальный закон распределения.

RESERVE STOCK LOGISTICS

Amridon G. Barliani

Ph.D., Assoc. Prof., department of applied informatics, Siberian State Academy of Geodesy, 10 Plakhotnogo st., 630108, Novosibirsk, phone: (983) 319-99-31

The algorithm for calculating the reserve stock on the basis of probabilistic-and-statistical approach is offered.

Key words: reserve stock, probability distribution density, normal distribution law, exponential distribution law.

Управление запасами является ключевой активностью, 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 $\bar{A}$ и конечной дисперсией σ_A .

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 . Обычно требуются, чтобы коэффициент надежности был равен 0,9; 0,95 или 0,99. 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 течении цикла не превышала заданной величине α .

Предположим, что $f(A)$ – плотность распределения вероятностей спроса в течение этого срока, а вероятность истощения запаса в течении цикла не должна превышать. 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:

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

Введем обозначения:

$$u = \frac{A - \bar{A}}{\sigma_A},$$

где σ_A – среднее квадратическое отклонение случайной величины, рассчитываемое по формуле:

$$\sigma_A = \sqrt{\frac{\sum (A_i - \bar{A})^2 f_i}{\sum f_i}}, \quad (2)$$

где f_i – частота, с которой наблюдается величина спроса A_i , $\bar{A}$ – средняя величина спроса. Которая получается по формуле:

$$\bar{A} = \frac{\sum A_i f_i}{\sum f_i} \quad (3)$$

С учетом этих обозначений плотность распределения спроса будет иметь вид:

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

Задача нахождения оптимально страхового запаса при нормальном распределении плотности вероятностей величины спроса формулируется следующим образом: по заданному значению коэффициента риска найти значение величины u_α , для которого выполняется равенство

$$\alpha = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{u^2}{2}}$$

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

$$R_0 = u_\alpha \times \sigma_A. \quad (4)$$

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

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

А величина страхового запаса находится по формуле

$$R_0 = u \sqrt{\bar{A}}, \quad (5)$$

где u определяются по специальным таблицам теории вероятностей.

Для экспоненциального (показательного) распределения с функцией плотности вероятности:

$$f(A) = \frac{1}{\bar{A}} e^{-\frac{A}{\bar{A}}}.$$

А величина страхового запаса находится по формуле

$$R_0 = -\bar{A}(\ln \alpha + 1). \quad (6)$$

Порядок определения страхового запаса:

1. Выдвигается гипотеза о законе распределения случайной величины спроса;

2. Выдвинутую гипотезу нужно либо подтвердить, либо опровергнуть. Для этого можно воспользоваться критерием Пирсона

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{10} \frac{(f_i - f_i^1)^2}{f_i^1}, \quad (7)$$

где f_i – эмпирические частоты, а f_i^1 – теоретические частоты.

Для нормального закона распределения

$$f_i^1 = \frac{N h}{\sigma} \frac{1}{\sqrt{2\pi}}, \quad (8)$$

где h – длина шага между соседними значениями спроса.

Для распределения Пуассона теоретические частоты вычисляют по формуле:

$$f_i^1 = N \frac{\bar{A}^A}{A!} e^{-\bar{A}},$$

для экспоненциального распределения:

$$f_i^1 = N h \frac{1}{\bar{A}} e^{-\frac{A}{\bar{A}}}.$$

По таблице критических точек распределения χ^2 по заданному уровню значимости α и числу степеней свободы k определяется критическое значение критерия Пирсона $\chi_{кр}^2(\alpha, k)$. Количество степеней свободы для нормального распределения $k = n - 3$ (n – число интервалов), для пуассоновского и экспоненциального $k = n - 2$. Если $\chi^2 \leq \chi_{кр}^2$, то выдвинутая гипотеза принимается, в противном случае – отвергается.

3. После выявления закона распределения остается найти величину страхового запаса, т. е. воспользоваться формулами (4), (5) или (6).

Рассмотрим определение страхового запаса на следующем примере.

Пример. На бумажном комбинате для упаковки готовой продукции пере отправкой потребителю используется упаковочный картон. Временное отсутствие этого материала ведет к задержке поставок, поэтому его дефицит недопустим. Сведения об ежедневной потребности в упаковочном картоне представлен в виде интервального ряда распределения в табл. 1.

Таблица 1

Номер интервала ряда	Интервал интенсивности потребления	Частота	Номер интервала ряда	Интервал интенсивности потребления	Частота
1	0–10	9	6	50–60	41
2	10–20	15	7	60–70	38
3	20–30	25	8	70–80	22
4	30–40	38	9	80–90	12
5	40–50	46	10	90–100	5

Необходимо определить величину страхового запаса, гарантирующего бесперебойное снабжение с вероятностью $P=0,95$.

Анализируя интервальный ряд распределения, можно сделать предположение о нормальном законе распределения расхода упаковочного

картона. По формулам (2) и (3) найдем средний и среднеквадратическое отклонение расхода упаковочного картона: $\bar{A} = 48,47$, $\sigma = 20,89$.

Вычисление элементов критерия Пирсона (7) сведем в таблицу 2.

Таблица 2

i	A_i	f_i	u_i	$f(u_i)$	f_i^1	$\frac{(f_i - f_i^1)^2}{f_i^1}$
1	5	9	-2,08	0,0459	5,51	0,05
2	15	15	-1,60	0,1109	13,32	0,21
3	25	25	-1,12	0,2131	25,60	0,01
4	35	38	-0,64	0,3251	39,06	0,03
5	45	46	-0,17	0,3932	47,24	0,03
6	55	41	0,31	0,3802	45,68	0,48
7	65	38	0,79	0,2920	35,08	0,24
8	75	22	1,27	0,1781	21,40	0,02
9	85	12	1,75	0,0863	10,37	0,26
10	95	5	2,23	0,0332	3,99	0,26
Σ	-	251	-	-	-	1,59

Сравним эмпирические и теоретические частоты, наблюдаемое значения критерия Пирсона $\chi^2 = 1,59$. Из таблицы критических точек распределения χ^2 найдем $\chi_{кр}^2(0,05;7) = 14,07$. Так как $\chi^2 < \chi_{кр}^2$, то предположение о нормальном законе распределения спроса подтвердилось. Страховой запас $R_0 = u_\alpha \times \sigma$. Величину u_α находим из специальных таблиц. Для $\alpha = 0,05$, $u_\alpha = 2$. Итак, $R_0 = 2 \times 20,89 = 41,78$ ед.