



ISSN 2072-8441

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

<http://elibrary.miu.by/journals!/item.eiup.html>

Дашкевич, Н.В. Методика определения размера страхового запаса в логистической системе с учетом объемов спроса и предложения / Н.В. Дашкевич // Экономика и управление. — 2014. — № 3 (39). — С. 81–85.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРА СТРАХОВОГО ЗАПАСА В ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ С УЧЕТОМ ОБЪЕМОВ СПРОСА И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Н.В. Дашкевич^а

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

страховой запас, спрос, предложение, перевозчик, поставщик

АННОТАЦИЯ

Данная методика позволяет не только рассчитать нужный размер страхового запаса в логистической системе (далее — системе), но также сделать выводы о надежности предприятий, поставляющих и перевозящих товар, в случае необходимости изменить параметры взаимодействия с ними, что отразится на снижении общего уровня запасов в системе. Данная методика, в отличие от традиционных, использует две основные группы характеристик работы системы управления запасами. Используемые группы характеристик позволяют на практике свести риски работы с поставщиками к минимальному значению. Практическая значимость данной методики выражается в реальном снижении себестоимости выпускаемой продукции за счет уменьшения потребности в оборотных средствах. К основным факторам, оказывающим влияние на вероятность удовлетворения потребности в товарном ресурсе в необходимом количестве и по первому требованию, относятся: колебания спроса, надежность поставщика и надежность перевозчика.

СТАТЬЯ ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ

4 февраля 2014

ВЕБ

<http://elibrary.miu.by/journals!/item.eiup/issue.39/article.17.html>

METHOD TO MEASURE LOGISTIC SYSTEM'S SAFETY STOCK BASED ON DEMAND AND SUPPLY

N.U. Dashkevich^a

KEYWORDS

safety stock, demand, supply, carrier, supplier

ABSTRACT

This method allows not only to measure the correct amount of logistic system's safety stocks, but also to make conclusions over the reliability of companies supplying and transporting goods. In case of need it also allows to change the interaction parameters, which will reduce the overall level of system's reserves. This method unlike the traditional ones uses two main groups of characteristics reserves management system. The used groups of characteristics allow to minimize the risks when working with suppliers. In practice this method helps reduce production costs by minimizing the need in floating assets. The main factors influencing the capability to satisfy the need in goods on demand include demand fluctuations, reliability of supplier and carrier.

RECEIVED

February 4, 2014

WEB

<http://elibrary.miu.by/journals!/item.eiup/issue.39/article.17.html>

Планирование запасов характеризуется сложным подходом, связанным с необходимостью долгосрочного контроля за потребностью в товаре. Вследствие этого могут возникать ошибки планирования, которые в свою очередь приводят к возникновению дефицита. Величина дефицита

^а Дашкевич Надежда Владимировна, старший преподаватель кафедры «Основы бизнеса» Белорусского национального технического университета

Dashkevich Nadzeya Uladzimirayna, Senior lecturer of Introduction to Business Department, Belarusian National Technical University
nadya070673@mail.ru

зависит от характеристик спроса (как количественных, так и временных). Они же, в свою очередь, носят случайный характер и подчиняются различным законам распределения.

Анализ вероятностных величин размеров спроса и продолжительности функционального цикла можно осуществлять методами математической статистики в соответствии со следующими этапами, представленными на рисунке.

1-й этап — расчет средних характеристик процесса товародвижения (таблица). Исходя из средних величин

Таблица — Средние характеристики процесса товародвижения

Характеристики	Формула расчета
Средний размер спроса	$\bar{q}^D = \frac{\sum_{i=1}^m q_i^D}{m}$
Средний интервал времени возникновения спроса	$\bar{\tau}^D = \frac{n}{m}$
Интенсивность спроса	$\varrho^D = \frac{\bar{q}^D}{\bar{\tau}^D}$
Средняя величина поставок	$\bar{q}^S = \frac{\sum_{i=1}^m q_i^S}{m}$
Средний интервал времени между поставками	$\bar{\tau}^S = \frac{n}{m}$
Интенсивность поставок	$\varrho^S = \frac{\bar{q}^S}{\bar{\tau}^S}$

спроса и продолжительности функционального цикла планируется базовый размер запаса и частота его пополнения.

2-й этап — прогнозирование спроса. Помимо статичных средних величин, для планирования размера запаса необходимо знать изменения состояний системы за предыдущие периоды, и на их основе осуществлять прогнозирование размеров тех же самых величин, что и на первом этапе.

Данные о спросе определяются линейной закономерностью развития во времени вида (1):

$$\bar{q}^D(t_i) = a_1 t_i + a_0 \quad (1)$$

Параметры a_1 и a_0 в соответствии с методом наименьших квадратов и методом отсчета от условного нуля [1] определяются по формулам (2–3):

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^n q_i^D t_i}{\sum_{i=1}^n t_i^2}; \quad a_0 = \frac{\sum_{i=1}^n q_i^D}{m} \quad (2-3)$$

Далее строится динамика реальных значений спроса и его выровненные значения.

3-й этап — построение плана-графика поставок и реализации товара. На основании спрогнозированной величины спроса рассчитываются параметры планов-графиков поставок и реализации продукции.

Для оценки план-графика на основе прогноза, необходимо проанализировать уровни запасов в логистической системе в моменты отклонений. На основании этой оценки осуществляется расчет среднего страхового запаса, защищающего логистическую систему от сбоев в снабжении потребителей необходимым товаром.

Планирование в первом приближении предполагает расчет базисного уровня запаса, необходимого для обеспечения процесса реализации на среднее планируемое время поставки ($\bar{\tau}^S$). Расчет базисного уровня запаса приведен в формуле (4):

$$\mathcal{Q}_{\text{баз}}(t_i) = \sum_{i=t_i}^{t_i + \bar{\tau}^S} q^D(t_i) \quad (4)$$

$$t_i = t_{i-1} + \bar{\tau}^S \quad (5)$$

Размер поставки товара планируется из спрогнозированного размера спроса с учетом среднего интервала

времени между двумя смежными поставками $\bar{\tau}^S$ по формуле 5.

При отсутствии отклонений реального спроса от спрогнозированных выровненных значений, запланированный объем поставки полностью расходуется за время $\bar{\tau}^S$. Это исключает содержание излишних размеров поставки, что в свою очередь, создает предпосылки для снижения издержек на их обеспечение. Одновременно с этим, задачей планирования является и устранение возможности дефицита.

Следовательно, на первом, втором и третьем этапах осуществляется первичное планирование параметров работы системы управления запасами.

На состояние запасов на предприятиях оказывает влияние множество независимых факторов, определенных особенностями внешней среды, социально-экономической и рыночной характеристиками. Поэтому анализ вероятности возникновения дефицита (четвертый и пятый этапы) должен осуществляться с учетом интенсивности влияния каждого из таких факторов в ходе 4-го и 5-го этапов.

Важнейшим фактором является изменение спроса, который может носить постоянный, сезонный или единичный характер. Отклонения реального спроса от ожидаемого указывают на то, что запас может быть не полностью реализован, или, наоборот, может возникнуть дефицит. Спрос является единственным полностью независимым фактором, и поэтому, прежде всего, должен учитываться при формировании страховых запасов в логистической системе.

4-й этап — определение надежности системы управления запасами, которое заключается в расчете вероятностей возникновения дефицита.

4.1. Для оценки надежности логистической цепи является характер и величина отклонений реальных состояний запасов от их запланированных величин.

Расчет уровня запасов в системе товародвижения приведен в формуле (6).

$$\mathcal{Q}_i^{\text{сисм}} = \mathcal{Q}_{i-1}^{\text{сисм}} - q_i^D + q^S(t_i) \quad (6)$$

В результате более или менее долгосрочного увеличения интенсивности спроса, запланированное предложение не может удовлетворять его полностью, то есть снижается качество обслуживания — потребители вынуждены какое-то время находиться в очереди и ожидать поставок.

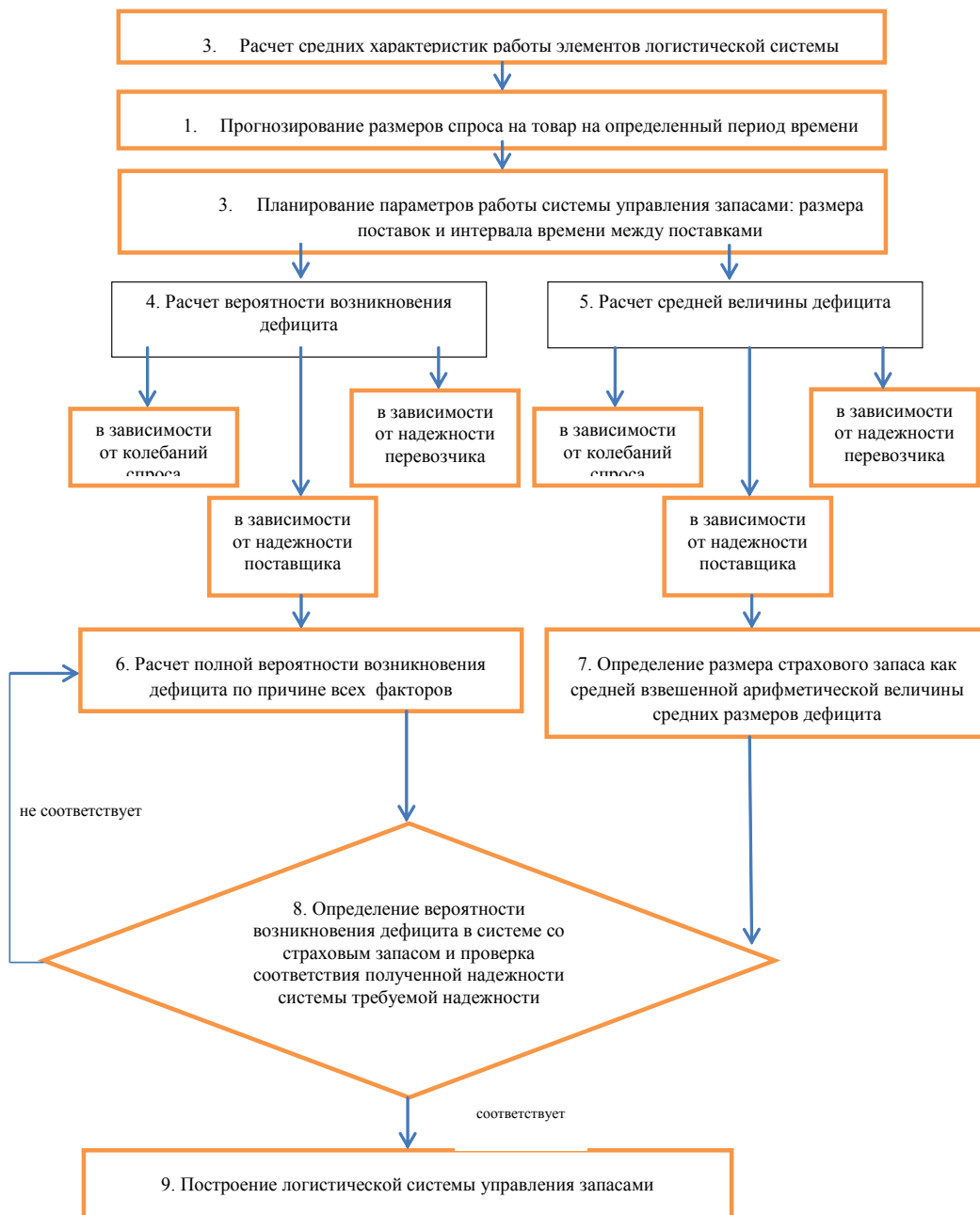


Рисунок — Схема определения надежности функционирования логистической системы и размер страхового запаса в ней

4.2. Для вероятностного анализа полученные значения группируются и строится интервальный ряд распределения.

Первичный анализ построенного ряда распределения позволяет сделать вывод о надежности системы, а также возникновения дефицита, величина которого в ряде случаев может быть достаточно существенна.

4.3. Для расчета вероятности возникновения дефицита, то есть снижения объема запаса ниже нуля, необходимо определить, какому закону подчиняется данное распределение [2].

Теоретическая нормальная кривая строится по выравнивающим частотам. Выравнивающие частоты непрерывного распределения находят по равенству:

$$f_i = p_i n \tag{7}$$

где p_i — вероятность попадания \mathcal{Q} в i -й частичный интервал, вычисленный при допущении, что \mathcal{Q} имеет предполагаемое распределение.

Анализ графика ряда распределения позволяет выдвинуть гипотезу о нормальном распределении, выравнивающие частоты которого могут быть рассчитаны по формуле:

$$f'_i = \Delta \mathcal{Q} \cdot \varphi(\mathcal{Q}_i) \cdot n \tag{8}$$

где $\Delta \mathcal{Q}$ — величина интервала, m ;

$\varphi(\mathcal{Q}_i)$ — плотность нормированного нормального распределения;

$$\varphi(\mathcal{Q}_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2\pi}} \quad (9)$$

Для уточнения наблюдаемого распределения нормального закону, гипотезу проверяют при помощи критерия согласия Пирсона [1]. При заданном уровне значимости нулевая гипотеза H_0 проверяется исходя из выровненных частот распределения по формуле:

$$\chi_{набл}^2 = \sum \frac{(n_i - \hat{n}_i)^2}{n_i}, \quad (10)$$

а затем по таблице критических точек распределения χ^2 , при заданном уровне значимости α , и числе степеней свободы $k = s - 3$, находят критические значения $\chi_{крит}^2(a; k)$. Если $\chi_{набл}^2 < \chi_{крит}^2$ — нулевая гипотеза не отвергается.

В рассматриваемом случае $\chi_{набл}^2 < \chi_{крит}^2$, то есть наблюдаемое распределение можно считать нормальным.

4.4. Определяется непосредственно вероятность возникновения дефицита, в зависимости от того, какому закону подчиняется рассматриваемое распределение. Так как распределение соответствует нормальному закону, вероятность возникновения дефицита, то есть попадание нормальной случайной величины в интервал меньше 0, определяется по формуле:

$$P(\mathcal{Q}_{мин} < \mathcal{Q} < 0) = \Phi\left(\frac{0 - \bar{\mathcal{Q}}}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{\mathcal{Q}_{мин} - \bar{\mathcal{Q}}}{\sigma}\right), \quad (11)$$

где $\bar{\mathcal{Q}}$ — уровень запаса в цепи рассчитывается как средняя простая арифметическая величина значений размеров запасов, m :

$$\bar{\mathcal{Q}} = \frac{\sum_{i=1}^n \mathcal{Q}_i}{n}; \quad (12)$$

где σ — среднее квадратическое отклонение размеров запасов от среднего уровня:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \mathcal{Q}_i^2}{n}} \quad (13)$$

Вероятность возникновения дефицита достаточно велика, следовательно, необходимо формировать и поддерживать страховой запас.

5-й этап — определение средней величины дефицита.

Средняя величина дефицита определяется как среднее арифметическое простое значение всех наблюдаемых размеров дефицита:

$$\bar{\mathcal{Q}}_g^{def} = \frac{\sum_{i=1}^t \mathcal{Q}_i^{def}}{t} \quad (14)$$

где t — количество дней, когда наблюдался дефицит;

\mathcal{Q}_i^{def} — обозначение фактора, влияющего на возникновение дефицита.

Значительная вероятность возникновения дефицита по причине колебаний спроса и его существенная величина, свидетельствует о необходимости создания страховых запасов.

При организации систем управления запасами необходимо учитывать характер взаимоотношений с по-

ставщиками. Актуальной задачей является оценка надежности поставщиков и создания страховых запасов, позволяющих обеспечить непрерывность производственного и товаропроводящего процессов в случае изменения характеристик поставок. Под «надежностью» поставщиков понимается их способность осуществлять поставки в необходимом объеме и по первому требованию.

Для оценки надежности поставщиков необходимо определить вероятность возникновения дефицита вследствие отклонений реальных размеров поставок от запланированных значений. В случае недостаточности объема поставки, позднее поставщик может осуществить более крупную поставку, в результате чего возникает дефицит или избыток.

Значительное влияние на возможность поставки «Точно в срок» оказывает надежность перевозчика. При определении времени доставки оперируют понятием функционального цикла, под которым понимается комплекс материальных и информационных операций, направленных на исполнение заказа [3].

В современной логистической теории управления запасами расчет страхового запаса осуществляется исходя из среднего времени запаздывания поставки — или отклонения времени функционального цикла — по вине перевозчика. Однако использование этого метода затрудняется в силу неоднородности времени функционального цикла, которое, в свою очередь, зависит от месторасположения поставщика: при значительной вариации времени доставки товара от поставщиков средняя величина запаздывания недостаточно точно отображает все его возможные значения.

Метод определения страхового запаса исходя из среднего дефицита, возникающего вследствие запаздывания поставки, оценивает не временные, а количественные (объемные) показатели такого дефицита, а значит, более объективно описывает изучаемые закономерности в отклонениях.

При исследовании интервала времени можно сделать допущение — товары прибывают в объеме, определенном в плане-графике поставок. Партию поставки формирует поставщик, поэтому он ответственен за ее размер. Это допущение позволяет оценить надежность только перевозчика, который ответственен за своевременное предоставление товара в распоряжение покупателя.

Осуществленный вероятностный анализ факторов, характеризующих неопределенность, с одной стороны, позволяет выявить узкие места в процессе товародвижения — определить наиболее ненадежные звенья логистической цепи, попытаться изменить характеристики взаимодействия с ними, или выбрать более надежных контрагентов. С другой стороны, их надежность редко бывает стопроцентной, поэтому на основе рассчитанных вероятностей возникновения дефицита и его средних величин можно принять решение о формировании такого размера запаса, который бы обеспечил непрерывное протекание процесса товародвижения.

На основании предыдущих 4-го и 5-го этапов выявляется зависимость системы управления запасами от внешних, не зависящих от нее факторов. Однако низкая надежность этих факторов влияет на надежность системы управления запасами лишь опосредованно, так как ее принципиальное назначение — защита от неопределенности. Надежность системы управления запасами в большей степени зависит от того, насколько точно в ней определен размер страхового запаса.

6-й этап — расчет полной вероятности возникновения дефицита для совместных событий — среднего влияния факторов по отдельности или вместе.

Факторы, влияющие на возникновение дефицита, носят независимый характер — они могут возникать как поодиночке, так и в комбинации.

Поэтому, для определения вероятности возникновения дефицита ($P(G^z)$) и вероятности его отсутствия ($P(\bar{G}_1\bar{G}_2\bar{G}_3)$) используется формула полной вероятности появления независимых событий:

$$P(G^z) = \sum P(K_k) = 1 - P(\bar{G}_1\bar{G}_2\bar{G}_3) = P(\bar{G}_1) + P(\bar{G}_2) + P(\bar{G}_3) - P(G_1G_2\bar{G}_3) - P(G_1\bar{G}_2G_3) - P(\bar{G}_1G_2G_3) - 2P(G_1G_2G_3), \quad (15)$$

где K_k — комбинация факторов, влияющих на возникновение дефицита в логистической системе.

Величина требуемого уровня надежности определяется посредством экспертных оценок и объективных условий функционирования логистических систем предприятия; необходимо установить требуемую надежность. Таким образом, для повышения надежности необходимо создавать страховой запас, который будет компенсировать колебания интенсивности спроса и предложения, в результате чего снизится вероятность возникновения дефицита.

7-й этап — расчет размера страхового запаса как средней арифметической взвешенной величины средних размеров дефицитов.

Страховой запас рассчитывается как средняя взвешенная величина дефицита, возникающего вследствие всех трех факторов, по формуле:

$$Q_{запас} = \bar{Q}^{def} = \frac{\sum P(K_k) Q^{def}(K_k)}{\sum P(Q^z)}, \quad (16)$$

где $Q^{def}(K_k)$ — величина дефицита, возникающего в k -й комбинации факторов, влияющих на возникновение дефицита.

Такая величина дефицита определяется по формуле (17) и представляет собой сумму средних значений дефицитов, возникающих вследствие g -го фактора:

$$Q^{def}(K_k) = \sum Q_{g(k)} \quad (17)$$

8-й этап — проверка соответствия уровня надежности функционирования логистической системы, в которой создан страховой запас, требуемому уровню надежности. Для этого, аналогично 4-му этапу, осуществляется расчет вероятностей возникновения дефицита. Если рассчитанный уровень превышает уровень, определенный экспертами, то необходимо переходить непосредственно к построению системы управления запасами (девятый этап). В случае, если уровень ниже пред-

ла, определенного экспертами, то требуется дополнительный анализ вероятностей возникновения дефицита в системе со страховым запасом.

9-й этап — планирование системы управления запасами в логистической системе, предполагает окончательное построение планов-графиков движения товаров между звеньями на основе уточненных и скорректированных данных.

Заключение

Предложенные подходы определения размера страхового запаса в логистической системе представляют собой альтернативу традиционным, исходящим в расчетах, прежде всего, из времени запаздывания поставки по вине перевозчика. Преимущества методики заключаются в следующих положениях:

- возможность учитывать несколько факторов, оказывающих влияние на функционирование систем управления запасами в логистике. Это позволяет не только рассчитать нужный размер страхового запаса в системе, но также сделать выводы о надежности предприятий поставляющих и перевозящих товар, а в случае необходимости изменить параметры взаимодействия с ними, что позволит снизить общий уровень запасов в системе;

- использование двух основных групп характеристик работы систем управления запасами: временные (транспортировки партии, расходование запаса и т.д.) и объемных (размеры поставляемых партий товара и интенсивность их потребления). Традиционные методики используют преимущественно временные характеристики, не учитывая объемы спроса и предложения товара;

- анализ требуемого уровня надежности работы логистической системы, определяющего качество логистического обслуживания, позволяет учитывать основанные характеристики функционирования логистической системы.

Литература / References:

1. Таха, Х.А. Введение в исследование операций: перевод с английского / Хемди А. Таха. — 7-е изд. — Москва [и др.]: Вильямс, 2005. — 901 с.
2. Takha, Kh.A. Vvedeniye v issledovaniye operatsiy: perevod s angliyskogo / Khemdi A. Takha. — 7-e izd. — Moskva [i dr.]: Vilyams, 2005. — 901 p.
3. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие для вузов [для подготовки бакалавров, для подготовки специалистов] / В.Е. Гмурман. — 12-е изд. — М.: Высшее образование: Юрайт, 2009. — 478 с.
4. Gmurman, V.E. Teoriya veroyatnostey i matematicheskaya statistika: uchebnoye posobiye dlya vuzov [dlya podgotovki bakalavrov, dlya podgotovki spetsialistov] / V.E. Gmurman. — 12-e izd. — M.: Vyssheye obrazovaniye: Yurayt, 2009. — 478 p.
5. Глушченко, В.В. Парадигма постиндустриальной прогностики: прогнозирование в управлении / В.В. Глушченко, И.И. Глушченко. — М., 2010. — 83 с.
6. Glushchenko, V.V. Paradigma postindustrialnoy prognostiki: prognozirovaniye v upravlenii / V.V. Glushchenko, I.I. Glushchenko. — M., 2010. — 83 p.