

3. Кулаков, Г. Т. Цены на энергоносители и их влияние на конкурентоспособность продукции / Г. Т. Кулаков // Двусторонние экономические отношения Беларусь – Германия, Беларусь – Россия и энергетическая безопасность Беларуси: материалы цикла семинаров «Макроэкономические проблемы развития Беларуси» / Фонд им. Ф. Эберта; науч. ред. П. Г. Никитенко. – Минск, 2004. – С. 123–137.

4. Кравченко, В. В. Влияние социального фактора на формирование тарифов на тепловую и электрическую энергию для населения / В. В. Кравченко // Вестн. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. гуманитар. наук. – 2006. – № 5. – Ч. 2. – С. 71–74.

Поступила 15.05.2007

УДК 658.7

## МЕТОДЫ РАСЧЕТА ОБЪЕМА СТРАХОВОГО ЗАПАСА С УЧЕТОМ ЗНАЧИМОСТИ МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

*Асп. СКОЧИНСКАЯ В. А.*

*Белорусский национальный технический университет*

Логистические риски, возникающие в процессе формирования и движения материальных потоков, влияют на формирование, динамику и управление производственными запасами. На надежность обеспечения производства материальными ресурсами оказывают влияние оставшиеся после осуществления процедур контроллинга и использования мероприятий по повышению надежности поставок логистические суммарные, кумулятивные риски. Независимо от причин возникновения конкретных рисков формируется общий уровень риска материало-движения, который воздействует на создание запаса.

Совокупность рисков материальных потоков определяет необходимость создания страховой части запаса, которая позволяет снизить результаты воздействия логистических рисков и приносимый ими ущерб до приемлемого, допустимого уровня. Отсюда следует вывод о том, что полностью компенсировать влияние всех рисков и исходить из планирования абсолютного недопущения дефицита экономически нецелесообразно.

Страховой запас предназначен для сокращения 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. В соответствии с определением страхового запаса предусматривают в добавление к текущему в целях гарантии некоторой степени надежности обеспечения потребителя материальными ресурсами при отклонении фактических условий поставок от запланированных. Таким образом, страховой запас является последним резервом, используемым для обеспечения бесперебойной работы предприятия в условиях возникающих рисков движения материальных ресурсов. Очевидно, что средства, вложенные в страховые запасы, выводятся из финансового оборота предприятия на длительное время. Другими словами, создание страхового запаса, в одной стороны, является необходимым для обеспечения бесперебойной работы предприятия, а с другой стороны, неоправданно высокий размер страхового запаса ведет к росту потерь предприятия от иммобилизации оборотных средств в страховом запасе.

Помимо определения экономически обоснованного уровня страховых запасов и их формирования возникает необходимость использования и других возможностей для снижения стра-

ховых запасов без увеличения риска дефицита. Так, имеющимся резервом могут быть выявление, а также управление рисками движения материалопотоков, которые сопровождают движение материалопотока и весь процесс его управления. Очевидно, что всеми логистическими рисками управлять слишком дорого и экономически нецелесообразно, поэтому на этапе выбора поставщика и разработке договора с ним требуемая величина надежности должна задаваться с учетом затрат на мероприятия по снижению цен рисков и значимости материальных ресурсов. Информация об экономической значимости материального ресурса должна быть использована перевозчиком для определения требуемой тщательности выявления, оценки и управления логистическими рисками движения материальных ресурсов.

Как указывается в литературе по логистике [1, 2], необходимость страхового запаса возникает в связи с тем, что характер и размеры колебаний фактического интервала материалопотоков относительно средней величины заставляют иметь тот или иной постоянный страховой запас материального ресурса. Колеблемость входящих потоков, как правило, выше, чем колеблемость выходящих потоков. Это имеет место на производственных предприятиях, где колеблемость отгрузок со склада определяется ритмичностью производства. Поэтому, как правило, риски входящих потоков и определяют величину требуемого страхового запаса.

Обычно при определении величины страхового запаса материальных ресурсов, незавершенного производства и готовой продукции используют инструментарий теории вероятностей [3–10]. Отклонение даты фактической отгрузки от плановой является следствием суммарного действия множества возникающих рисков, вызывающих колебания интервалов отгрузки. Было бы неверным считать все эти факторы единым, действующим в одном направлении. Факторы, вызывающие колеблемость интервалов поставки какого-либо материалопотока, можно группировать по-разному, в зависимости от целей группировки. Например, при анализе причин несоответствия фактических интервалов поставки по сравнению с договорными возникает вопрос о месте, причи-

нах и виновниках возникновения логистических рисков несвоевременности. Здесь целесообразно группировать все колебания фактических интервалов по такому качественному признаку, как место и причины возникновения риска, задержки материалопотока, например задержка в пути (ответственный – транспортная организация) или задержка в отгрузке материала поставщиком-продавцом. Указанные выше факторы имеют разные возможности компенсации цен рисков и должны учитываться при заключении договоров на формирование материалопотоков и поставки материального ресурса с перевозчиком и поставщиком. Здесь имеют место разные причины возникновения логистических рисков, величины ущерба и возможности покрытия ущерба (цены риска).

Для поставщика как одного из звеньев логистической цепи также представляет интерес анализ причин возникновения рисков и задержки отгрузки. Он помогает выявить узкие места, подлежащие реорганизации для снижения собственных излишних затрат. Поставщик может сгруппировать факторы несвоевременной отгрузки и оценить затраты на мероприятия по снижению соответствующих логистических рисков и цен рисков. Для предприятия-потребителя все эти и другие группировки рисков колеблемости фактических интервалов поставки относительно указанных в договоре имеют значение, в первую очередь, при выборе продавца материальных ресурсов и перевозчика. Детальная работа по анализу логистических рисков поставок по различным группам факторов позволит предприятию оценивать надежность партнеров по логистической цепи, рассчитывать и устанавливать в договорах допустимые риски и интервалы допустимых отклонений надежности выполнения договорных обязательств.

В [11] указывается на то, что возникновение во времени конкретных рисков и их величин, чередование их по причинам (независимо от порядка группировки), величине и знаку отклонения от запланированного интервала, срокам прибытия материалопотока также являются случайными. Указанное обстоятельство определяет невозможность учесть все эти факторы и их влияние отдельно, однако позволяет использовать законы распределения случайных вели-

чин для определения вероятности рисков и величин колеблемости интервалов или объемов поставок.

В современной литературе по управлению запасами доказывается тот факт, что величины рисков интервалов, сроков и объемов поставок есть результат действия случайных, независимых друг от друга факторов и поэтому имеют устойчивость, свойственную случайным величинам [12, 13]. Поэтому, пользуясь методами теории вероятностей и математической статистики, можно найти необходимые числовые характеристики или параметры оценки выполнения договорных условий при продаже, отгрузке и доставке материального ресурса по интервалам, срокам и объемам поставок, реализуемых в виде формирования и движения материалопотоков. Ожидаемые объемы поставок материального ресурса фиксируются в договорах на поставку. Здесь же обозначаются допустимые уровни рисков формирования запаса.

При формировании запаса итоговая мера колеблемости интенсивности и интервалов материального потока (относительно плановых величин) определяет надежность обеспечения производства потребителя материальными ресурсами при получении материального потока на складе производственных запасов. Здесь для измерения меры отклонения целесообразно применить используемые в статистике несколько способов измерения отклонения конкретных значений признака относительно средней величины. Наиболее распространенными показателями являются дисперсия  $D$ , среднее квадратическое отклонение  $СКО$ , показатели вариации  $K_{вар}$ .

Следовательно, если при выборе поставщика (подписании договора с ним) будут определены ожидаемые интервалы логистических рисков, то при экономически обоснованной оценке реальных условий формирования и движения материалопотоков, а также принятого уровня управления материальными потоками и запасами, в первую очередь планирования, будет возможным планирование и формирование собственно страхового запаса. Поэтому при реализации системного подхода необходимо организовать планирование правил и объема учета, совместный анализ и регулирование

процессов. Суть этой реализации состоит не только в оперативном регулировании запасами, но включает в себя и такие основные направления, как разработка и коррекция годовых, квартальных планов будущих периодов по разделам: выбор поставщика, разработка плановых показателей договоров, объемы формируемых материалопотоков, плановый интервал между поставками, прогнозируемые риски формирования и движения материалопотоков и логистических рисков управления. Методы расчета договорных условий поставок ориентированы на учет прогноза логистических рисков материальных потоков и учет требований по допустимым рискам.

В литературе по логистике встречаются два оптимизационных подхода:

- управление логистическими рисками по правилу сравнения суммарных цен логистических рисков за период с затратами на мероприятия по снижению или исключению логистических рисков или цен рисков (потерь);
- управленческое решение о формировании страховых запасов для снижения риска отсутствия материального ресурса на складе после прибытия материалопотока за период и отказов удовлетворять спрос (отгрузку) материальных ресурсов со склада в производство.

Эти два решения позволяют управлять вероятностью покрытия страховым запасом остаточных логистических рисков поставок для снижения дефицита обеспечения производства материальными ресурсами. Таким образом, при реализации стратегии минимизации логистических рисков материалопотоков критерием оптимизации могут быть суммарные потери в связи с возникающими в материалопотоках логистическими рисками (суммарные цены рисков) и затраты на мероприятия по снижению рисков.

В литературе можно встретить различные методы измерения страхового запаса, каждый из которых имеет свои особенности. Их применение дает почти семикратный разброс при подсчете уровня страхового запаса.

Самым простым способом расчета является расчет через среднее квадратическое отклонение. Планируемый через среднее квадратическое отклонение страховой запас основан на измерении выполнения уровня соответствия за

период параметров материалопотока запланированным, а именно интенсивности и интервала поставок входящих материалопотоков. Таким образом, этот показатель отражает реальные условия формирования и движения материалопотоков и управляемости их вариативностью. Иными словами, рассчитанный через среднее квадратическое отклонение плановый уровень страхового запаса в наибольшей мере отражает реально протекающие процессы материалодвижения в реальных условиях частичного снижения логистических рисков.

При оценке логистических рисков материалопотока разрабатывается классификация риска по результирующим факторам в целях осуществления мероприятий по снижению или ликвидации логистических рисков, а также цен логистических рисков, так как затраты на проведение этих мероприятий для различных групп факторов неодинаковы. Методические подходы к оценке величин рисков в материалопотоках по группам материальных ресурсов рассматриваются в [12]. Они основаны на расчетах через формулу средней геометрической. К положительному моменту применения этой формулы относятся возможность оценки и эффективности управления рисками по факторам, а также их снижение по группам факторов за период времени с помощью различных мероприятий. Далее при определении реальной величины страхового запаса необходимо обосновать степень надежности поставок, уровни допустимых для производства рисков. Эти проблемы являются наиболее актуальными в интегрированной логистике задач при управлении функциями логистических сетей [13–16].

При расчете страхового запаса уровень допустимых рисков определяется через коэффициент допустимого кумулятивного риска  $\gamma$  после реализации всех оперативных мероприятий ( $T_{стр} = \sigma\gamma$ ).

Обобщив данные по управлению запасами и логистике [5, 6, 17–19], можно утверждать, что наиболее простым и обоснованным методом определения норм страховых запасов является расчет через среднее квадратическое отклонение поставок, которое определяется в зависимости от наиболее колеблющегося параметра материалопотока по следующим формулам:

$$\sigma_T = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_i - \bar{T})^2}{n}}; \quad (1)$$

$$\sigma_Q = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q})^2}{n}}; \quad (2)$$

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (t_i - \bar{t})^2}{m}}; \quad (3)$$

$$\sigma_V = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (V_i - \bar{V})^2}{m}}; \quad (4)$$

где  $T$  – интервал поставки;  $Q$  – объем поставки;  $T$  – интервал спроса;  $V$  – объем спроса (отгрузок);  $n$  – число поставок;  $m$  – число отгрузок.

Выбор формулы расчета должен быть обусловлен степенью вариации параметров входящих и выходящих материальных потоков относительно их основных прогнозных параметров уровня степени вариации и рассчитывается по формуле

$$K_{вар} = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100 \%, \quad (5)$$

где  $\sigma$ ,  $\bar{x}$  определяются тем материалопотоком и его параметром, вариация которого рассматривается.

Степень вариации указанных параметров характеризуется влиянием остаточных рисков, не устраненных в процессе формирования, движения материальных потоков.

Для расчета величины страхового запаса можно воспользоваться известной формулой (после определения уровня вариации и ее непротиворечивости закону нормального распределения)

$$T_{стр} = \sigma t_{\beta}, \quad (6)$$

где  $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение;  $t_{\beta}$  – параметр нормального закона распределения, соответствующий доверительному интервалу  $\beta$ .

Параметр  $t_{\beta}$  определяет для нормального закона распределения число средних квадрати-

ческих отклонений, которые нужно отложить от центра рассеивания, чтобы вероятность попадания в полученный участок была равна  $\beta$ . В данном случае доверительные интервалы откладывают от среднего значения величины страхового запаса.

Известно, что в соответствии с законом Гаусса в нормальных распределениях нормированные отклонения колеблются в пределах  $\pm 3\sigma$ . Нормированное отклонение обозначают буквой  $t$  и определяют делением отклонения любого интервала от среднего ( $t_i - \bar{t}$ ) на  $\sigma$ . Другими словами, при нормальном распределении отклонения значений признака от средней в пределах  $\pm 3\sigma$  составят не более 99,7 % всех значений.

Если  $(t_i - \bar{t}) > 0$ , то фактические интервалы поставок больше среднего значения. Согласно данным таблицы для нормального распределения 0,15 % значений  $T_i$  будет находиться за пределами границы  $3\sigma$ .

Если принять значение  $t_\beta$  равным 3, то примерно 0,15 % всех интервалов превысит его величину. При значении 2 только 2,5 % всех интервалов будут иметь больший размер страхового запаса, при  $t_\beta = 1$  – 16 % всех интервалов. Однако, помимо присутствия положительных интервалов, могут иметь место и отрицательные значения отклонения (это преждевременные поставки).

В силу принятого предположения о непротиворечивости вариации закону нормального распределения можно сказать, что чередование во времени отрицательных и положительных отклонений интервала поставок от среднего интервала (срока) также случайно, следовательно, они в какой-то мере компенсируют друг друга. О взаимной компенсации говорится и в [20], где также дополнительно указывается, что существующая возможность взаимной компенсации позволяет делить величину страхового запаса на два. Как указывалось, основным критерием при формировании страхового запаса выступают минимизация суммарных издержек, связанных с содержанием запаса, и минимизация потерь при возникновении дефицита. Для нормального распределения оптимальный коэффициент был предложен в [21]:

$$t_\beta^{\text{opt}} = \sqrt{2 \ln \frac{K_a n}{K_s \sigma \sqrt{2\pi}}}, \quad (7)$$

где  $K_a$  – затраты на содержание единицы страхового запаса;  $K_s$  – потери на один случай дефицита;  $n$  – число поставок.

Если закон распределения интервалов поставок отличается от нормального, то значение  $t_\beta^{\text{opt}}$  будет несколько другим.

При укрупненной оценке размер страхового запаса может приниматься в размере 50 % текущего запаса. В случае, когда промышленное предприятие расположено вдали от транспортных путей либо используются нестандартные, уникальные материалы, норма страхового запаса может быть увеличена до 100 %:

$$T_{\text{стр}} = \frac{T_{\text{тек}}}{2} \text{ или } T_{\text{стр}} = T_{\text{тек}}. \quad (8)$$

Из теории вероятностей известно, что для нормального распределения справедливо утверждение

$$K_{\text{вар}} = \frac{\sigma}{\bar{x}} \approx \frac{1}{2}, \quad (9)$$

где  $K_{\text{вар}}$  – коэффициент вариации;  $\bar{x}$  – средняя арифметическая.

Подставим имеющееся выражение в (8) и получим

$$K_{\text{вар}} = \frac{\sigma}{\bar{T}} \approx \frac{1}{2}. \quad (10)$$

Тогда при непротиворечивости закона распределения поставок нормальному распределению имеем

$$\sigma \approx \frac{\bar{T}}{2} = T_{\text{стр}}. \quad (11)$$

Таким образом, при расчете объема страхового запаса по (4) с использованием различного обоснования величины коэффициента  $\gamma$  достоверность получаемых результатов и трудоемкость их вычисления снижаются. Это обстоятельство позволяет применять данный метод определения страхового запаса по группам материальных ресурсов с учетом их значимости.

Выбор  $\gamma$  для формулы расчета в первую очередь следует делать в соответствии с группировкой материальных ресурсов по экономической и технической значимости. Примерный

подход показан в табл. 1. В качестве групп материальных ресурсов приняты традиционные группы, взятые в соответствии с ABC-анализом.

Таблица 1

Методы расчета страховой части запасов материальных ресурсов с учетом значимости материальных ресурсов

Группа материальных ресурсов	Значение коэффициента риска, заданного по принципу понижающей надежности поставок $\gamma$	Формула для расчета величины страхового запаса (в днях потребности)
A	Величина $\gamma$ определяется как $t_p^{opt} = \sqrt{2 \ln \frac{K_a n}{K_s \sigma \sqrt{2\pi}}}$	$T_{opt} = \gamma_{opt} \sigma$
B	$2 \leq \lambda \leq 3$ , соответственно вероятность бездефицитности МР лежит в интервале [0,954; 0,997]	$T_{стр} = \gamma \sigma$
C	В зависимости от удаленности транспортных путей либо уникальности материального ресурса	$T_{стр} = \frac{T_{тек}}{2}$ либо $T_{стр} = T_{тек}$

## ВЫВОД

Широко приводимый в западной логистической литературе подход на основе «уровня обслуживания» не позволяет находить адекватное значение страхового запаса на практике. Приводимая методика, предложенная на основе вероятностного подхода, позволит применять ее при расчете величины страхового запаса для различных групп материальных запасов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Буянов, В. П. Управление рисками (рискология) / В. П. Буянов, К. А. Кирсанов, Л. А. Михайлов. – М.: Экзамен, 2002. – 384 с.
2. Гранатуров, В. М. Экономический риск: сущность, методы измерения, пути снижения / В. М. Гранатуров. – М.: Изд-во «Дело и сервис», 1999. – 112 с.
3. Бауэрсокс, Дональд Дж. Логистика: интегрированная цепь поставок / Дональд Дж. Бауэрсокс, Дэвид Дж. Клосс. – М.: Олимп-Бизнес, 2001. – 640 с.
4. Голдобина, Н. Н. Управление запасами средств производства / Н. Н. Голдобина. – Л.: Изд-во ЛФЭИ, 1991. – 72 с.
5. Долгов, А. П. Логистический менеджмент: управление запасами / А. П. Долгов, С. А. Уваров. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2003. – 200 с.
6. Долгов, А. П. Теория запасов и логистический менеджмент: методология системной интеграции и принятия эффективных решений / А. П. Долгов. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2004. – 272 с.
7. Дыбская, В. В. Логистика складирования / В. В. Дыбская. – М.: ГУ ВШЭ, 1999. – 233 с.
8. Жариков, О. Н. Системный подход к управлению / О. Н. Жариков, В. И. Королевская, С. Н. Хохлов; под ред. В. А. Персианова. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 62 с.

9. Зермати, П. Практика управления товарными запасами / П. Зермати; сокр. пер. с фр. – М.: Экономика, 1982. – 120 с.

10. Лотоцкий, В. А. Модели и методы управления запасами / В. А. Лотоцкий, А. С. Мандель. – М.: Наука, 1991. – 188 с.

11. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В. Е. Гмурман. – М.: Финансы и статистика, 1998. – 78 с.

12. Инютина, К. В. Повышение надежности и качества снабжения / К. В. Инютина. – Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1983. – 240 с.

13. Инютина, К. В. Совершенствование планирования и организации материально-технического обеспечения производственных объединений / К. В. Инютина. – Л.: Машиностроение, 1986. – 274 с.

14. Эффективность логистического управления / под общ. ред. Л. Б. Миротина. – М.: Изд-во «Экзамен», 2004. – 448 с.

15. Douglas, M. Lambert. Fundamentals of Logistics Management / Douglas M. Lambert, James R. Stoch, Lisa M. Ellram. – Irwin McGraw-Hill, 1998.

16. Martin, Chr. Logistics and Supply Chain Management. Strategies for Reducing Cost and Improving Service / Chr. Martin. – Great Britain: Financial Times Professional Limited, 2000.

17. Heinz Iserman. Logistik: Gestaltungs von Logistiksystemen / Iserman Heinz. – Landsberg/Lech, 1998.

18. Долгов, А. П. Логистика запасов / А. П. Долгов. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2002. – 120 с.

19. Долгов, А. П. Логистика снабжения и запасов в строительстве: стратегии, методы, модели / А. П. Долгов, Е. И. Рыбкин. – М.: Изд-во ABC; СПб.: СПбГАСУ, 2003. – 232 с.

20. Букан, Дж. Научное управление запасами / Дж. Букан, Э. Кенигсберг; пер. с англ. Е. Г. Коваленко, под ред. Б. В. Гнеденко. – М.: Наука, 1967. – 233 с.

21. Hans Rudolf von Briel. Auftragsabhängige Bedarfsdisposition bei Unsicherheit / Hans Rudolf von Briel // Schweizerische Zeitschrift für Betriebswirtschaft. – 1964. – № 3.

Поступила 10.01.2007