

## Роль оптимизации контрактных отношений при управлении запасами промышленного предприятия

© 2011 В.В. Дронов

© 2011 В.С. Коньшев

кандидат экономических наук

© 2011 Р.В. Файзуллин

кандидат экономических наук

Ижевский государственный технический университет, г. Сарапул

E-mail: rf85@mail.ru

В статье оценена роль оптимизации контрактных отношений при управлении запасами промышленного предприятия. Изменение условий контрактов может изменять ожидаемый спрос на продукцию или предложение сырья, материалов, комплектующих.

*Ключевые слова:* запасы, управление запасами, контрактные отношения.

Одна из проблем совершенствования предприятия связана с эффективностью управления запасами. Необоснованно большой размер запасов может привести к замораживанию финансовых активов<sup>1</sup> предприятия. Кроме того, он связан с высокими издержками на хранение и риском морального и физического устаревания<sup>2</sup>. Напротив же, маленький уровень запаса может привести к тому, что предприятие будет не готово удовлетворить имеющийся спрос и потеряет часть своих клиентов<sup>3</sup>, что скажется на финансовом положении. Поэтому существует необходимость эффективного управления запасами.

Процессы управления запасами являются составной частью системы управления предприятием, поэтому их эффективность характеризуется таким важным критерием, как величина затрат, образующихся при управлении запасами. Традиционные показатели - объем запасов, оборачиваемость ресурсов, бесперебойность снабжения, используемые автономно, не могут однозначно определить степень повышения эффективности системы управления запасами, так как являются частью общего критерия - затрат.

В настоящее время решение задач повышения эффективности управления предприятием в целом невозможно без применения современных вычислительных систем и программных комплексов<sup>4</sup>. Как показывает практика, автоматизированные системы управления предприятием являются дорогостоящими, и не каждое предприятие может позволить себе внедрить их на практике. Кроме того, методика оценки и управления запасами в существующих системах несовершенна и требует доработки.

Воспользуемся  $(Q, r)$ -моделью управления запасами с постоянным контролем уровня запаса, т.е. системой, в которой каждый раз, когда уровень запаса опускается до  $r$ , подается заявка на заказ размером  $Q$ . В нашем случае суть заказа размером  $Q$  - это

создание таких условий контракта, которые позволили бы пополнить запасы сырья на величину  $Q$ .

Проблемы, связанные с вопросами управления запасами, разрабатывались многими отечественными и зарубежными учеными и практиками<sup>5</sup>. Указанными авторами разработан ряд методов и моделей управления запасами, предназначенных для предприятий и ресурсов различного характера. Рассмотрим некоторые из них.

Основными системами управления запасами являются система с постоянным контролем и система с периодическими проверками<sup>6</sup>.

В системе с периодическими проверками подсчет запаса производится периодически (раз в день, неделю, месяц), и в зависимости от уровня наличного запаса производится заказ определенной партии продукции.

При наличии автоматизированной системы учета система управления запасами может основываться на модели управления запасами с постоянным контролем уровня запаса, т.е. это система, в которой каждый раз, когда уровень запаса опускается до  $r$ , подается заявка на заказ размером  $Q$ .

Для разработки автоматизированной системы управления запасами была выбрана модель с непрерывным контролем, предложенная Хедли и Уайтином<sup>7</sup>, скорректированная на неудовлетворенный спрос. Кроме того, модифицируем данную модель на величину транспортных расходов и дифференциальные скидки в зависимости от объема заказа.

Последнее условие является крайне важным для любого предприятия, так как возможность покупки большего объема товаров по меньшей цене помогает снизить затраты. В некоторых случаях снижение оказывается существенным.

Так как реальные процессы слишком сложные, в рассматриваемой модели приняты три допущения.

Неудовлетворенный в течение срока выполнения заказа спрос накапливается.

Разрешается не более одного невыполненного заказа.

Распределение спроса в течение срока выполнения заказа является стационарным (неизменным) во времени.

Для определения функции, отражающей суммарные затраты, отнесенные к единице времени, введем следующие обозначения:

$f(Q_D)$  - плотность распределения спроса  $D$  в течение срока выполнения заказа;

$M[Q_{Dt+1}]$  - ожидаемое значение спроса между моментами времени  $t$  и  $t+1$ ;

$h(\varphi_i)$  - затраты на хранение (на единицу продукции за единицу времени);

$p$  - удельные потери от неудовлетворенного спроса (на единицу продукции за единицу времени);

$M[Q_{St+1}]$  - ожидаемое значение предложения;

$Q_S = E(x)$  - функция изменения объема предложения от цены  $x$ ;

$\varphi_i$  - величина запасов на складе в момент  $i$ .

Критерием оптимальности служит функция затрат в единицу времени, которая складывается из следующих элементов:

1. Ожидаемые затраты на хранение. Средний уровень запаса между моментами времени  $t$  и  $t+1$  равен  $M[\varphi_i]$ , где  $i = [t, t+1]$

Следовательно, ожидаемые затраты на хранение за единицу времени равны  $h(\varphi_i) \cdot M[\varphi_i]$ .

2. Стоимость необходимого объема запасов для удовлетворения спроса потребителей. Исходным предположением должно являться желание равенства  $M[Q_{Dt+1}] = \varphi_i + M[Q_{St+1}]$ , однако как  $Q_{Dt+1}$ , так и  $Q_{St+1}$  являются случайными величинами с соответствующими функциями распределения. Не умаляя общности, будем рассматривать только период, на который спрос на сырье известен ( $\hat{Q}_{Dt+1}$ ). Тогда стоимость необходимого объема запасов для удовлетворения спроса потребителей равна стоимости запасов объема  $\hat{Q}_{Dt+1} - \varphi_t$ . Следует отметить, что в рамках решения задачи управления запасами требуется поддержание страхового уровня запасов на складе, следовательно, введение системы управления запасами приведет к тому, что после удовлетворения спроса на сырье производством на складе должен оставаться страховой резерв  $\varphi_{cmp}$ . Таким образом, стоимость необходимого объема запасов

для удовлетворения спроса потребителей должна быть равной  $x(\hat{Q}_{Dt+1} - \varphi_t + \varphi_{cmp})$ , в случае, когда  $\varphi_t < \varphi_{cmp}$ , уровень запасов необходимо пополнить до страхового уровня.

3. Ожидаемые потери, связанные с неудовлетворенным спросом. Дефицит возникает при  $Q_{Dt+1} > \varphi_t + Q_{St+1}$ . Тогда мы должны рассматривать случайную величину  $Q_{Dt+1} - Q_{St+1}$ . Следовательно, ожидаемые потери за единицу времени будут равны:

$$S = \int_{\varphi_t + \varphi_{cmp}}^{\infty} (Q_{Dt+1} - Q_{St+1} - (\varphi_t + \varphi_{cmp})) f(Q_{Dt+1} - Q_{St+1}) d(Q_{Dt+1} - Q_{St+1})$$

Так как в модели предполагается, что  $p$  пропорциональны объему дефицита, ожидаемые потери, связанные с неудовлетворенным спросом, за один цикл равны  $pS$ .

Результирующая функция общих потерь за единицу времени  $TC$  имеет следующий вид:

$$TC = h(\varphi_i) \cdot M[\varphi_i] + x_i \cdot (Q_{Dt+1} - \varphi_i + \varphi_{cmp}) + pS$$

Обосновано<sup>8</sup>, что в ряде случаев первое слагаемое в большинстве своем является постоянным значением, равным цене содержания склада, второе слагаемое является функцией от цены сырья, третье слагаемое характеризуется случайной величиной  $Q_{Dt+1} - Q_{St+1}$ , которая изменяет свои характеристики при изменении условий контрактов.

Таким образом, задача управления запасами предприятия сводится к решению следующей задачи:

$$Q_{Dt+1} \cdot y - TC \rightarrow \max$$

Для того чтобы вероятность потерь, связанных с неудовлетворенным спросом, не превышала 0,1%,

следует выбрать  $\varphi_{cmp}$  таким образом, чтобы

$$P(Q_{Dt+1} - Q_{St+1} \geq \varphi_{cmp}) \leq 0,1\%$$

, т.е. выбрать  $x$  таким образом, чтобы функция распределения случайной величины  $Q_{Dt+1} - Q_{St+1}$  была такой, что

$$F_{Q_{Dt+1} - Q_{St+1}}(\varphi_{cmp}) \leq 0,1\%$$

. В таком случае основные расходы будут связаны с содержанием страхового уровня запасов, который в свою очередь уменьшается по мере снижения неопределенности, связанной с  $Q_{Dt+1} - Q_{St+1}$ , чего можно добиться эффективным выбором  $x$ .

Следует также учесть особенности предприятий, для которых разрабатывается система. На ос-

Показатели эффективности использования систем управления запасами

Показатели	В среднем по отраслям промышленности при внедрении ERP, %	В подразделении ЗАО "Брянсквтормет" при внедрении разработанной модели управления запасами, %
Уменьшение страховых запасов (уровня неснижаемых остатков на складах)	40	32
Уменьшение необходимости складских площадей	25	10
Увеличение оборачиваемости ТМЗ	65	51
Увеличение поставок точно в срок	80	-
Снижение производственного брака	35	-
Снижение задержек с отгрузкой готовой продукции	45	-
Улучшение послепродажного обслуживания	60	-
Более точный учет затрат	30	-
Снижение транспортно-заготовительных расходов	60	27
Увеличение оборачиваемости средств в расчетах	30	19
Уменьшение затрат на административно-управленческий аппарат	90	7

Источник. URL: www.oracle.ru.

нове статистических данных необходимо оценить влияние сезонности и выбрать такую систему формирования цены контрактов, чтобы минимизировать дисперсию  $Q_{Dt+1} - Q_{St+1}$ , что в свою очередь уменьшит затраты на формирование и поддержания необходимого уровня запасов.

Алгоритм работы автоматизированной системы управления запасами выглядит следующим образом:

1. По заранее известной выборке определяется зависимость  $Q_{Dt+1} - Q_{St+1}$  от  $x$  и  $y$ , точнее, как ведет себя случайная величина - при отклонении  $x$  от долгосрочного равновесия.

2. В процессе функционирования предприятия оценивается отклонение наблюдаемого уровня запасов со страховым уровнем, в случае, когда есть основание, что данная ошибка имеет распределение, отличное от предполагаемого, следует вернуться к пункту 1.

Данная система управления запасами функционирует только для 1 вида сырья, соответственно, для каждого вида сырья необходимо провести свой анализ и получить рекомендуемое значение страхового уровня запасов. Управление запасами является одним из эффективных инструментов развития предприятия в целом (см. таблицу). Данный тезис подтверждается проведенными расчетами на одном из подразделений ЗАО "Брянсквтормет".

На сегодняшний день у ERP-систем есть ряд проблем. В первую очередь, это стоимость подобных проектов. Порядок цен здесь исчисляется сотнями тысяч. Соответственно, период внедрения подобных систем растягивается на годы, в среднем от 3 до 5. Еще одна проблема, из-за которой программы ERP часто подвергались критике, - это необходимость в большинстве случа-

ев ломать сложившуюся систему работы на предприятии и строить ее заново, в лучшем случае приспособливать под внедряемую систему автоматизации.

Отсюда вытекает и достаточно высокий риск неудачного внедрения, который, по некоторым оценкам, находится в пределах 60 %. Разработанная система управления запасами является эффективной альтернативой существующим ERP-системам. Разработанная модель обладает рядом резервов, которые позволят улучшить все показатели таблицы, например, при оценке возможности уменьшения затрат на административно-управленческий аппарат не рассматривалась возможность существенного изменения системы управления.

<sup>1</sup> Черненко М. Проблемы управления украинскими предприятиями // Корпоративные системы. 2002. □ 4.

<sup>2</sup> Хруцкий Е.А. Оптимизация хозяйственных связей и материальных запасов (Вопросы методологии). М., 1997.

<sup>3</sup> Inventory control. Why inventory control? // Counselors to America's small business. URL: www.ct-clic.com.

<sup>4</sup> Хруцкий Е.А. Указ. соч.

<sup>5</sup> См.: Хруцкий Е.А. Указ. соч.; Аникин Б.А. Логистика: учебник. М., 2008; Рыжиков Ю.И. Теория очередей и управление запасами. СПб., 2008; Хедли Дж., Уайтин Т. Анализ систем управления запасами. М., 1969.

<sup>6</sup> Хедли Дж., Уайтин Т. Указ. соч.

<sup>7</sup> Там же.

<sup>8</sup> Файзуллин Р.В. Управление запасами сырья на ломоперерабатывающих предприятиях // Актуальные вопросы экономических наук: материалы XI Всерос. конф., Новосибирск, 2010. С. 75-78.

<sup>9</sup> Там же.

Поступила в редакцию 07.12.2010 г.