

УДК 656.13:658

С.В. ГРИШКО, Е.В. ПЕРЕСАДА

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники*

## ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ТОРГОВЫМИ ЗАПАСАМИ

*Статья посвящена управлению торговыми запасами предприятия с помощью методов логистики. Экономическая суть задачи определена как обеспечение непрерывного снабжения торгового процесса при снижении затрат на организацию запасов. В результате построения экономико-математической модели были решены две группы задач: разделение запасов на классы по критериям ABC-анализа и определение принципов и параметров управления для каждого класса. Внедрение предлагаемой модели приводит к высвобождению оборотных средств, экономии средств на поставку и хранение запасов, сокращению затрат времени на инвентаризацию и на принятие решений в области управления запасами.*

**Ключевые слова:** *торговые запасы, товары, управление запасами, логистика запасов, ABC-анализ, инвентаризация, оптимальный размер заказа.*

### Введение

Объективная необходимость образования запасов связана с несовпадением в пространстве и во времени производства и потребления материальных ресурсов. Запасы играют важную роль для любого предприятия – они обеспечивают непрерывность хозяйственной деятельности.

В торговле запасы представлены товарами. Главное отличие торговых запасов от производственных состоит в следующем. Производственные запасы изменяются несколько раз: вначале превращаясь из сырья в полуфабрикаты, а затем, из полуфабрикатов – в готовую продукцию. Торговый запас не изменяет потребительной формы: в каком виде он поступает на предприятие, в таком и выбывает при осуществлении купли-продажи.

В связи с этим при организации сбытовой деятельности важно обеспечить эффективное перемещение запасов от их поступления в точку продажи до выбытия. Но добиться этого проблематично. С одной стороны, для бесперебойной торговли нужно наращивать запасы. Но, с другой стороны, накопление товаров в магазине ведет к значительному оттоку денежных средств из оборота. Ситуация усложняется и тем, что решения, связанные с запасами, нужно принимать оперативно. Поэтому управление торговыми запасами необходимо осуществлять на основе научно обоснованных методов, что позволит сократить затраты времени и денежных средств на перемещение запасов.

Проблемы управления запасами не являются новыми для экономической науки, они изучаются разными направлениями теоретической и прикладной экономики. Поскольку запасы являются одним из элементов оборотного капитала, их экономическую роль в хозяйственной деятельности рассматривает как общая теория экономики предприятия (например, [1]), так и экономика торгового предприятия [2 – 5]. Экономический подход к рассмотрению сути запасов послужил общетеоретической базой данного исследования.

Отправной точкой для разработки практических механизмов управления запасами стала нормативная база, регламентирующая осуществление учета украинскими предприятиями [6], а также их трактовка специалистами в области учетной политики [7].

Поскольку решение поставленной задачи предполагает формализацию управленческих функций в рамках торгового процесса, основной исследования управленческих процессов стала теория менеджмента [8].

Методологическая база для решения поставленной задачи базируется на логистическом подходе, который рассматривает запасы как элемент потока и позволяет оптимизировать их движение [9 – 12].

Анализ указанных исследований и публикаций позволил сформулировать экономическую суть задачи управления торговыми запасами как обеспечение непрерывности торгового процесса при снижении затрат на перемещение запасов.

На практике решение данной задачи сталкивается с рядом методических трудностей, обусловленных спецификой каждого отдельного вида

деятельности и организации бизнеса. Применение теоретических принципов требует формализации управленческих процедур и функций. Это означает, что нужно определить расчетные параметры, разработать алгоритм решения задачи и предложить принципы управления запасами в зависимости от полученных расчетных результатов.

## 1. Постановка задачи

Главная цель управления запасами – непрерывное обеспечение деятельности материальными ресурсами с минимальными затратами. Для ее достижения необходимо реализовать такие управленческие функции:

- функция планирования означает принятие решения о том, какой ресурс, в каком количестве, когда и где необходим,
- функция организации связана с выполнением работ по заключению договоров, по организации доставки и складирования, хранения и перемещения товарных запасов,
- функция учета запасов связана с отражением в документах предприятия поступления, прироста и выбытия запасов,
- функция контроля предполагает слежение как за соблюдением договоров, так и за сохранностью ресурсов, в частности, в рамках контроля осуществляется инвентаризация.

Традиционная практика формирования запасов в торговых точках основана на одинаковом подходе ко всем видам торговых запасов.

Логистический подход управления запасами требует регулярного анализа ассортимента реализуемых товаров, который должен проводиться периодически и с учетом таких факторов, как прибыльность, сезонность, наличие товара на складе, скорость продаж и т.д. Такая необходимость вызвана тем, что запасы не однородны по своей роли в торговом процессе. Можно выделить небольшую долю товаров в общем количестве, которые обеспечивают наибольшую часть доходов магазина. И наоборот – есть товары, дающие широкий ассортимент и незначительную долю выручки.

Поэтому целесообразно построить модель управления торговыми запасами на основе ABC-анализа. Он основан на принципе Парето: среди

запасов выделяют "критическое меньшинство" (немногочисленные и дорогие товары) и "тривиальное большинство" (многочисленные и низко стоимостные товары). Идея состоит в том, чтобы в управлении запасами сосредоточить внимание на критическом меньшинстве, не расплывая ресурсы на тривиальное большинство.

В связи с этим система управления запасами торгового предприятия должна реализовывать такие требования:

- планирование закупок необходимо осуществлять так, чтобы в их структуре большая доля приходилась на наиболее запрашиваемый товар;

- необходима дифференциация в закупочной политике магазина: критерием выбора поставщиков для товаров с высокой стабильной скоростью продаж следует определить надежность поставок, для остальных товаров – ценовой фактор;

- при определении объемов закупок для критических запасов следует использовать логистические системы управления запасами, основанные на расчете оптимального размера заказа, для остальных можно определять объем поставки исходя из среднемесячного потребления;

- учетная политика магазина должна быть построена таким образом, чтобы для критического меньшинства проводился непрерывный учет товаров (с оценкой при выбытии по методу идентифицированной себестоимости или ФИФО), а для остальных товаров – периодический (с выбытием, например, по методу средневзвешенной себестоимости);

- инвентаризацию следует проводить с разной периодичностью: чаще – для дорогих и немногочисленных товаров, а для остальных – реже.

Для деления запасов по ABC-принципу используют такие критерии:

- класс А – это наиболее ценные запасы, на их долю приходится более 70% общей стоимости и они составляют не более 20% наименований единиц запаса,

- класс С – это самые дешевые запасы (менее 10% общей стоимости), но самые многочисленные (более 50% от общего числа единиц).

- класс В – группа запасов, которые не вошли в классы А и С.

Указанные меры позволят сократить затраты магазина на управленческие процедуры (за счет концентрации усилий только на небольшой части запасов) без перебоев в работе магазина. Периодом ABC-анализа

удобно принять месяц и производить аналитическую работу в начале месяца по результатам работы предыдущего периода. Таким образом, ABC-анализ затрагивает все функции управления.

При практическом внедрении ABC-анализа в практику торгового предприятия возникает методическая сложность, которая состоит в том, чтобы осуществить разделение запасов на группы.

Поэтому содержательная постановка задачи состоит в том, чтобы разделить торговые запасы на группы и предложить для каждой из них параметры управления запасами.

## 2. Механизм разделения запасов на группы согласно ABC-анализу

Для построения экономико-математической модели необходимо вышеназванные логические заключения формализовать, то есть отразить в математическом виде.

В ABC-анализе есть два критерия отбора – доля запаса в общей стоимости и доля запаса в общем количестве наименований.

Для решения задачи следует, прежде всего, создать массив данных по товарным запасам, каждому запасу присвоить  $i$ -й номер. В результате получим множество наименований запасов, которое будет разделено на три класса. Вышесказанное отражено в следующей формуле:

$$m_i = \{m_a, m_b, m_c\}, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

где  $m_i$  – все множество товарных запасов магазина;

$m_a, m_b, m_c$  – множество запасов, выбранных в класс А, В и С соответственно;

$n$  – количество наименований запасов.

Тогда доля  $i$ -го запаса в общей стоимости определяется по формуле

$$C_i = \frac{Ц_i \times Q_i}{\sum_{i=1}^n Ц_i \times Q_i}, \quad (2)$$

где  $C_i$  – доля  $i$ -го запаса в общей стоимости;

$Ц_i$  – среднемесячная цена продажи единицы  $i$ -го запаса, грн/шт;

$Q_i$  – объем продаж  $i$ -го запаса за период, шт.

Доля  $i$ -го запаса в общем количестве наименований равна

$$D_i = \frac{Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i}, \quad (3)$$

где  $D_i$  – доля  $i$ -го запаса в общем количестве наименований.

Показатели  $C_i$  и  $D_i$  – это параметры для деления запасов на группы.

Рассмотрим отдельно формирование каждого класса, начав с класса наиболее ценных и малочисленных запасов (критического меньшинства) – класса А.

Формирование класса происходит по принципу "наполнения корзины": запасы отбираются до тех пор, пока не будут выполнены одновременно два условия, отраженные в следующих формулах:

$$\sum C_i \geq 0,7; \quad (4)$$

$$\sum D_i \leq 0,2. \quad (5)$$

Для отбора по данным критериям следует осуществить такие шаги.

Первый шаг – формирование начальных параметров, обозначение того, что в "корзине класса А" пока нет товаров. Для этого стоимостным и количественным параметрам присваиваются нулевые значения:

$$\sum C_a = 0; \quad \sum D_a = 0, \quad (6)$$

где  $C_a$  – суммарная доля стоимости запасов, попавших в класс А, в общей стоимости запасов;

$D_a$  – суммарная доля количества запасов, попавших в класс А, в общем количестве наименований запасов.

Затем среди всего перечня ресурсов выбирается тот, у которого максимальная стоимость, т.е.  $C_i = \max$ .

Далее для осуществления проверки на соответствие критериям (4) и (5) этот ресурс выделяется из множества  $m_i$ , ему присваивается значение  $i = y$ .

Следующий шаг – осуществление проверки по доле в количестве запасов. Для этого критерий (5) следует преобразовать с учетом принципа

набора (формул (6)) в следующее выражение:

$$(D_y + \sum D_a) \leq 0,2, \quad (7)$$

где  $D_y$  – доля количества  $i$ -го запаса, который обследуется на предмет попадания в класс А, в общем количестве наименований запасов.

Если условие (7) не выполняется, то формирование класса А завершается без зачисления данного запаса. Если условие (7) выполняется, то данный ресурс пополняет класс А. Для этого его доля в стоимости и в количестве прибавляется к соответствующим показателям по классу А.

Затем производится проверка по стоимостному критерию (4). Если условие удовлетворяется, класс А сформирован, если нет – производится следующий цикл проверки.

Когда класс А сформирован, следует выделить самые многочисленны и дешевые запасы – класс С.

Формирование этого класса также происходит по принципу "наполнения корзины": запасы отбираются до тех пор, пока не будут выполнены одновременно два условия, отраженных в формулах (8) и (9):

$$\sum C_i \leq 0,1; \quad (8)$$

$$\sum D_i \geq 0,5. \quad (9)$$

Для отбора по данным критериям следует осуществить такие шаги.

Первый шаг – также как и в предыдущем случае формируются начальные параметры, обозначающие, что в "корзине класса С" пока нет товаров. Для этого стоимостным и количественным параметрам также присваиваются нулевые значения:

$$\sum C_c = 0; \quad \sum D_c = 0, \quad (10)$$

где  $C_c$  – суммарная доля стоимости запасов, попавших в класс С, в общей стоимости запасов;

$D_c$  – суммарная доля количества запасов, попавших в класс С, в общем количестве наименований запасов.

Затем среди всего перечня ресурсов выбирается тот, у которого минимальная стоимость, т.е.  $C_i = \min$ .

Для осуществления проверки на соответствие критериям (8) – (9) этот ресурс выделяется из множества  $m_i$ , ему присваивается значение  $i = x$ .

После этого осуществляется проверка по стоимостному параметру. Для этого критерий (8) следует преобразовать в следующее выражение:

$$(C_x + \sum C_c) \leq 0,1, \quad (11)$$

где  $C_x$  – доля количества  $i$ -го запаса, который обследуется на предмет попадания в класс  $C$ , в общем количестве наименований запасов.

Если условие (11) не выполняется, то формирование класса  $C$  завершается без зачисления данного запаса. Если условие (11) выполняется, то данный ресурс пополняет класс  $C$ . Для этого его доля в стоимости и в количестве прибавляется к соответствующим показателям по классу  $C$ .

Затем производится проверка по критерию (9). Если условие удовлетворено, класс  $C$  сформирован, если нет – производится следующий цикл проверки.

Если после того, как сформированы классы  $A$  и  $C$  остались ресурсы, не попавшие в эти классы, они зачисляются в класс  $B$ .

После выполнения всех указанных шагов запасы будут разделены на классы. На основе полученных данных можно сформировать разные процедуры управления запасами для разных классов.

### 3. Управление запасами класса "А"

Для номенклатурных позиций категории  $A$  в управление запасами необходимо добавить такие функции:

- постоянное отслеживание и анализ спроса;
- планирование закупок на основе логистических моделей управления запасами;
- усиленный контроль за счет постоянной внутренней инвентаризации, т.е. регулярного подсчета запасов,
- ежедневный учет прибытия и выбытия товаров на основе организации непрерывного учета, ежедневное обновление данных в информационной базе.

В основе реализации этих управленческих функций находится EOQ-модель (формула Вильсона), которая легко адаптируется к конкретным условиям хозяйственной деятельности [12]. А на базе EOQ-модели разрабатываются системы управления запасами (с фиксированным разме-



ром заказа или с фиксированным интервалом поставки), включающие расчет целого ряда параметров. Они позволяют на основе данных о предполагаемом спросе на продукцию и затратах на ее доставку и хранение рассчитать объемы заказываемых партий, размеры страхового запаса и интервалы поставок, точку заказа, величину максимального запаса и т.д. Эти вопросы подробно рассмотрены в литературе, например [9 – 11].

Для организации контроля над этими запасами необходимо подтверждение данных о движении запасов. Для этого следует осуществлять постоянную инвентаризацию в виде циклов расчета.

Для товаров класса А нужно проводить регулярные циклы расчетов, сравнивать их с данными текущего учета, а установленные неточности документировать для анализа и принятия соответствующих мер.

Например, цикл расчета товаров класса А можно принять равным одной неделе. Это означает, что за месяц каждый товар класса А должен быть четырежды пересчитан. Тогда за день должно пересчитываться число товаров, равное:

$$Ч_{\text{пр}} = \frac{Q_a}{30 \text{ дней}} \times 4 = 0,133 \times Q_a, \quad (12)$$

где  $Ч_{\text{пр}}$  – ежедневно просчитываемое число товаров класса А;

$Q_a$  – число единиц товаров из класса А.

Такой подсчет позволит получить следующие преимущества:

- предохранение от перебоев в обеспечении торгового процесса;
- снижение затрат труда при проведении ежегодной инвентаризации;
- оперативное выявление проблем и ошибок в организации запасов.

#### 4. Управление запасами классов "В" и "С"

Для товаров категории В следует применять те же подходы, что и для категории А, но они осуществляются реже и с большими приемлемыми допусками.

Для номенклатурных позиций категории В управление запасами будет иметь такую специфику:

- планирование закупок также следует осуществлять на основе логистических систем управления запасами, базирующихся на EOQ-модели;

– контроль за счет внутренней инвентаризации необходим, но он может проводиться реже – например, раз в месяц,

– для учета движения товаров достаточно организации периодического учета.

Математическая модель в связи с этим требует изменений в формуле цикла расчета, например, для ежемесячного пересчета. Для товаров класса В за день должно пересчитываться число товаров, равное:

$$Ч_{пр} = \frac{Q_b}{30}, \quad (13)$$

где  $Q_b$  – число единиц товаров из класса В.

Для категории С сформулированы отдельные правила:

– товары обязательно должны быть в наличии, поскольку дефицит товаров категории С может сорвать планы сбыта позиций категории А. Таким образом, запас товаров категории С может быть больше, чем нужно, но не должен быть меньше, чем необходимо;

– фиксация информации о товаре должна быть простой либо вообще отсутствовать в базе данных. Контроль объема запасов в этом случае можно производить посредством периодического осмотра (обзора);

– объемы партий заказов и страхового запаса должны быть большими. Хранение крупных партий товаров категории С не влечет за собой существенного извлечения средств из оборота, поэтому имеет смысл заказывать большие объемы;

– храниться изделия должны на территориях, легко доступных для персонала, использующего эти номенклатурные позиции в торговом процессе (это устраняет лишнюю работу персонала);

– подсчет запасов можно производить редко с большими приемлемыми допусками (вплоть до взвешивания вместо подсчета).

Таким образом, для управления запасами класса С есть смысл воспользоваться одной из логистических систем – системой "мини-макс", но в упрощенном виде. Это означает, что в основе управления запасами класса С – постоянный интервал времени между поставками. Но закупки следует производить не через каждый интервал, а только при условии, что запасы на складе в этот момент оказались равными или меньше установленного минимального уровня.

Пороговый уровень запаса в системе "мини-макс" выполняет роль "минимального". Если в установленный момент времени этот уровень пройден, и текущий запас равен пороговому уровню, или не достигает его, то заказ оформляется.

Что касается инвентаризации, достаточно принять в качестве цикла расчета квартал. Математическая модель в связи с этим потребует изменений в формуле цикла расчета. Для товаров класса С за день должно пересчитываться число товаров, равное:

$$Ч_{\text{пр}} = \frac{Q_c}{30 \text{ дней} \times 3 \text{ месяца}} = \frac{Q_c}{90}, \quad (14)$$

где  $Q_c$  – число единиц товаров из класса С.

## Выводы

В результате построения экономико-математической модели была формализована задача деления торговых запасов на группы согласно критериям ABC-анализа и разработаны принципы управления запасами для каждой из групп.

Исследования показали, что применение данной модели приводит к получению нескольких видов экономического эффекта:

– часть средств, овеществленных в товарах, выводится в оборот за счет ликвидации излишка дорогостоящих запасов; это повышает платежеспособность предприятия;

– экономятся средства на организацию запасов вследствие оптимизации размера заказа; экономия происходит либо за счет снижения транспортно-экспедиционных расходов, либо за счет уменьшения складских площадей;

– сокращаются затраты рабочего времени, необходимые на инвентаризацию для запасов класса В и С;

– снижается риск перебоев в деятельности предприятия за счет минимизации рисков порчи, хищения по наиболее ценным запасам класса А;

– при автоматизации расчетов, например, с помощью приложения Excel, сокращаются затраты времени на операции по управлению запасами.

Разработанная модель управления торговыми запасами – это не однократное мероприятие, а постоянно действующий механизм. Ее внедрение необходимо отразить в учетной политике предприятия.

## Литература

1. Покропивний С.Ф. *Економіка підприємства: підручник.* / С.Ф. Покропивний. – К.: КНЕУ, 2000. – 528 с.
2. Голованов Т.И. *Экономическое регулирование товарооборота торгового предприятия* / Т.И. Голованов. – М.: Дело, 2002. – 322 с.
3. Гребнев А.А. *Экономика торгового предприятия* / А.А. Гребнев. – М.: ИНФРА-М, 1999. – 542 с.
4. Зергман П.Н. *Практика управления товарными запасами* / П.Н. Зергман. – М.: Дело, 2000. – 218 с.
5. Ушакова Н.Н. *Совершенствование анализа и планирования товарооборота: учебн. пос.* / Н.Н.Ушакова. – К., 1999. – 196 с.
6. Положення (стандарти) бухгалтерського обліку 9 "Запаси", затв. приказом Міністерства фінансів України від 20.10.1999 № 246 із змінами та доповненнями // *Енциклопедія бухгалтера і економіста.* – 2001. – № 1. – 186 с.
7. Рындя А. *Учет запасов в торговле* / А. Рындя. – Х.: ООО Центр "Консульт", 2000. – 156 с.
8. Бланк И.А. *Торговый менеджмент* / И.А. Бланк. – К.: УФИМБ, 1999. – 102 с.
9. *Логистика: учебник* / Под ред. Б.А. Аникина; 2-ое изд. – М.: ИНФРА-М, 2000. – 352 с.
10. Зеваков А.М. *Логистика производственных и товарных запасов* / А.М. Зеваков, В.В. Петров. – М.: Изд-во Михайлова В.А., 2002. – 438 с.
11. Банько В.Г. *Логістика: навч. пос.* / В.Г. Банько; 2-ге вид., перероб. – К.: КНТ, 2007. – 332 с.
12. Стерлигова А., Семенова И. *Оптимальный размер заказа или загадочная формула Вильсона [Электронный ресурс] // Логистик&система (журнал о практической логистике).* – 2005. – №3 (март). – Режим доступа к журн.: <http://www.logistpro.ru>.

**Рецензент:** д-р економ. наук, проф., проф. каф. економічної кібернетики Л.В. Соколова, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків.

**ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ  
ТОРГОВИМИ ЗАПАСАМИ***С.В. Гришко, О.В. Пересада*

Досліджено управління торговими запасами підприємства за допомогою методів логістики. Економічна суть завдання визначена як забезпечення безперервного постачання торгового процесу при зниженні витрат на організацію запасів. В результаті розробки економіко-математичної моделі було вирішено дві групи завдань: розділення запасів на класи за критеріями АВС-аналізу і визначення принципів та параметрів управління для кожного класу. Впровадження запропонованої моделі приводить до вивільнення оборотних коштів, економії засобів на постачання і зберігання запасів, скорочення витрат часу на інвентаризацію і на прийняття рішень в області управління запасами.

**Ключові слова:** торгові запаси, товари, управління запасами, логістика запасів, АВС-аналіз, інвентаризація, оптимальний розмір заказу.

**ECONOMIC-MATHEMATICAL MODEL  
OF SELLING INVENTORY MANAGEMENT***S.V. Grishko, O.V. Peresada*

Management of selling inventories of enterprise is investigational by the methods of logistic. Economic essence of task is defined so. To secure the continuous supply of point-of-sale process at the decline of expenses on organization of supplies. As a result of construction of model two groups of tasks were decided: grouping of inventories on the criteria of ABC-analysis and determination of principles and management parameters for every group. Introduction of the offered model results in freeing of current assets, economy of cash on delivery and storage of resources, to reduction of time on book inventory and on making a decision of inventory management.

**Key words:** selling inventory, goods, inventory management, inventory logistic, ABC-analysis, book inventory, optimum quantity of order.

**Гришко Светлана Валерьевна** – канд. екон. наук, доцент, доцент кафедри економічної кібернетики Харківського національного університета радіоелектроніки, Харків, Україна, e-mail: kafedra\_eim@kture.kharkov.ua.

**Пересада Елена Васильевна** – доцент кафедри економічної кібернетики Харківського національного університета радіоелектроніки, Харків, Україна, kafedra\_eim@kture.kharkov.ua.