

**A.M. Smolensky**

## **MODEL OF STOCK MANAGEMENT IN RETAIL VIA STATIONARY COMMERCIAL NETWORK**

**Alexey Smolensky** – candidate for PhD, the Faculty of Economics, RUDN University, Moscow; **e-mail:** dekanat205@yandex.ru.

*The current situation in retail is characterized by market saturation with goods and decreasing purchasing power of the population. It intensifies the competition in the sphere in question. Under such circumstances, trading companies able to minimize expenses connected with getting the goods from manufacturers to consumers can survive. The analysis of these expenses shows that a significant part of them is connected with creating and maintaining stock. The complexity of stock management stipulates the need to fully substantiate the decisions. Relevant mathematical models serve as an effective tool to secure this substantiation. Our research is aimed at developing such a model. The model we introduce implements a stochastic approach to describing a retail chain that is seen as an echelon stock management system characterized by fixed delivery time and random demand for goods. It gives us the opportunity to consider retail characteristics vital for the stock management via stationary commercial network and to suggest an effective tool of substantiating managerial decisions.*

**Keywords:** retail; stationary commercial network; goods; stock management; echelon stock management system.

**А.М. Смоленский**

## **МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ ТОВАРОВ В РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛЕ ЧЕРЕЗ СТАЦИОНАРНУЮ ТОРГОВУЮ СЕТЬ**

**Алексей Михайлович Смоленский** – соискатель экономического факультета Российского университета дружбы народов, г. Москва; **e-mail:** dekanat205@yandex.ru.

*Современная ситуация в сфере розничной торговли характеризуется насыщением рынков товарами и снижением покупательной способности населения. Это обостряет конкуренцию в рассматриваемой сфере. В такой ситуации выживают торговые предприятия, способные максимально снизить издержки, связанные с продвижением товаров от производителей к потребителям. Анализ структуры указанных издержек свидетельствует, что их существенная доля приходится на создание и содержание товарных запасов. Сложность управления запасами обуславливает необходимость всестороннего обоснования принимаемых решений. Эффективным инструментом этого обоснования являются соответствующие математические модели. Разработка варианта такой модели явилась целью настоящей статьи. Предложенная модель реализует стохастический подход к описанию функционирования сети розничной торговли. Торговая сеть в модели рассматривается как эшелонированная система управления запасами при фиксированном времени поставок товаров и случайном спросе на них. Это позволило учесть существенные для управления запасами особенности розничной торговли через стационарную торговую сеть и предложить эффективный инструмент обоснования управленческих решений.*

**Ключевые слова:** розничная торговля; стационарная торговая сеть; товары; управление запасами товаров; эшелонированная система управления запасами.

Современная ситуация в сфере розничной торговли, с одной стороны, характеризуется насыщением рынков товарами в такой мере, что торговым предприятиям приходится буквально биться за покупателей, а с другой – снижением покупательной способности населения, что еще более обостряет конкуренцию в рассматриваемой сфере. В такой ситуации выживают торговые предприятия, способные максимально снизить издержки, связанные с продвижением товаров от производителей к потребителям. К ним, прежде всего, относятся крупные торговые сети. Одним из инструментов снижения издержек является уменьшение общего объема запасов товаров за счет их рационального эшелонирования [3; 12; 13; 14]. Формирование модели для обоснования решений по эшелонированию запасов товаров стационарной сети розничной торговли составляет цель настоящей работы.

Логистика розничной торговли через стационарную торговую сеть в обобщенном виде может быть представлена следующей схемой (см. рисунок).

В соответствии с этой схемой розничная торговая сеть осуществляет торговлю  $I$  видами товаров, содержит  $W$  однотипных торговых предприятий и один общий для них склад товаров.

Будем полагать, что:

- спрос на товары  $i$ -го ( $i=1, 2, \dots, I$ ) вида для каждого торгового предприятия представляет собой простейший поток требований на товары, имеющий интенсивность  $\lambda_i$ ;

- пополнение запаса товаров предприятий торговли осуществляется непрерывно через общий для них склад из источника товаров, обладающего неограниченным запасом.

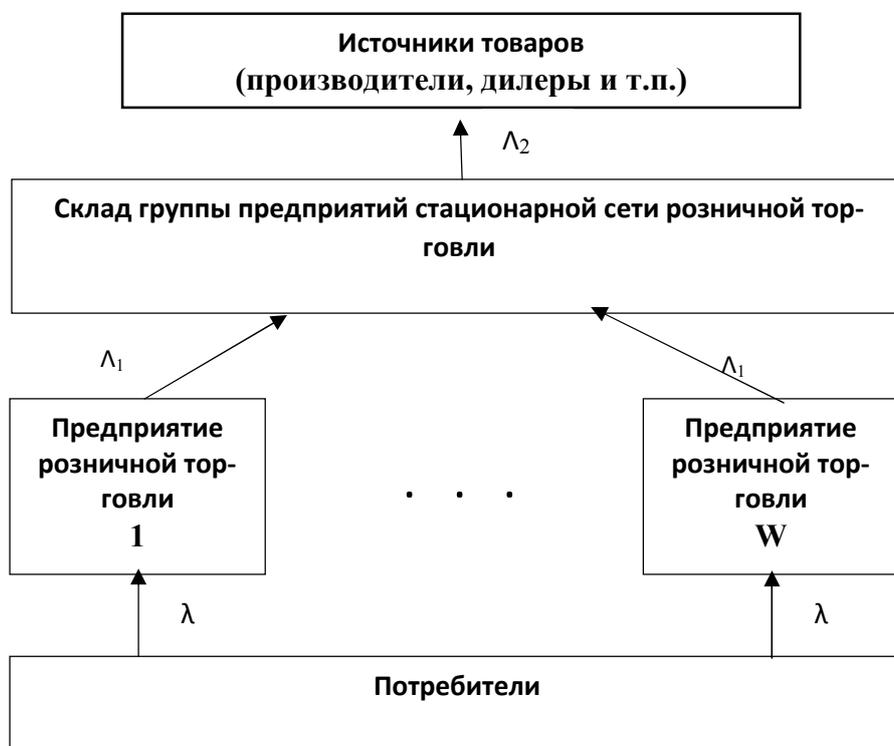
Обозначим:

- $y_{1i}$  – максимальный уровень запасов товара  $i$ -го ( $i=1, 2, \dots, I$ ) вида в торговых предприятиях;

- $y_{2i}$  – максимальный уровень запасов товара  $i$ -го ( $i=1, 2, \dots, I$ ) вида на складе;

- $t_{1i}$  – время удовлетворения заявки на пополнение запаса торгового предприятия товарами  $i$ -го ( $i=1, 2, \dots, I$ ) вида;

- $t_{2i}$  – время удовлетворения заявки на



Обобщенная схема логистики розничной торговли  
через стационарную торговую сеть

пополнение запаса склада товарами  $i$ -го ( $i=1, 2, \dots, I$ ) вида.

Будем полагать, что величины  $t_{1i}, t_{2i}$  ( $i=1, 2, \dots, I$ ) являются случайными и распределены по экспоненциальному закону со средними значениями  $\tau_{1i}, \tau_{2i}$  соответственно.

Пусть естественная убыль товаров характеризуется интенсивностью  $\lambda_{1i}$  ( $i=1, 2, \dots, I$ ) перехода их в непригодное состояние.

Недостачи товаров ликвидируются за счет их экстренной поставки. Среднее время экстренной поставки со склада равно  $T_{1i}$  ( $i=1, 2, \dots, I$ ), а из источника товаров на склад –  $T_{2i}$  ( $i=1, 2, \dots, I$ ).

С учетом принятых обозначений и допущений интенсивность расхода товаров  $i$ -го вида ( $i=1, 2, \dots, I$ ) для каждого торгового предприятия определяется соотношением

$$\Lambda_{1i} = \lambda_i + y_{1i}\lambda_{1i}, \quad i = 1, 2, \dots, I. \quad (1)$$

При этом поток требований на склад о пополнении запасов торговых предприятий имеет интенсивность

$$\Lambda_{2i} = W\Lambda_{1i} + y_{2i}\lambda_{1i}, \quad i = 1, 2, \dots, I. \quad (2)$$

Требования на товары товара  $i$ -го ( $i=1, 2, \dots, I$ ) вида удовлетворяются немедленно, если они имеются в соответствующем торговом предприятии. В противном случае будет задержка в обслуживании покупателей. Время задержки может принять одно из двух значений:

-  $T_{1i}$ , если в момент поступления требования необходимые товары имеются на складе (экстренная поставка из склада);

-  $T_{1i} + T_{2i}$ , если в момент поступления требования необходимые товары на складе отсутствуют (экстренная поставка из источника снабжения).

Так как процесс функционирования системы носит вероятностный характер, то в качестве показателя ее эффективности можно принять среднее время обслуживания покупателей  $T_{3i}$ .

Пусть  $q_{1i}$  и  $q_{2i}$ , соответственно, вероятности отсутствия товаров  $i$ -го ( $i=1, 2, \dots, I$ ) вида в торговых предприятиях и на складе в установившемся режиме функционирования рассматриваемой системы.

Тогда по правилу определения математического ожидания дискретной случайной величины [6; 7] находим

$$T_{3i} = T_{1i}q_{1i}(1 - q_{2i}) + (T_{1i} + T_{2i})q_{1i}q_{2i} = q_{1i}(T_{1i} + q_{2i}T_{2i}), \quad i = 1, 2, \dots, I. \quad (3)$$

Определим вероятности  $q_{1i}$  и  $q_{2i}$  ( $i=1, 2, \dots, I$ ). Так как при отсутствии товаров  $i$ -го вида в торговых предприятиях требование передается на обслуживание в склад, а из него – в источник снабжения, который обладает неограниченным запасом, то объем товаров в предприятиях торговли можно рассматривать как  $y_{1i}$  – канальную, а объем товаров на складе – как  $y_{2i}$  – канальную системы массового обслуживания с отказами.

Склад, с точки зрения теории массового обслуживания, характеризуется следующими параметрами:

$y_{2i}$  – количество обслуживающих приборов;

$\Lambda_{2i}$  – интенсивность входящего потока требований;

$\tau_{2i}$  – среднее время обслуживания.

Вероятность  $q_{2i}$  отсутствия товаров  $i$ -го ( $i=1, 2, \dots, I$ ) вида на складе представляет собой вероятность отказа этой системы массового обслуживания. Она при принятых предположениях вычисляется по формуле Эрланга [8; 9]:

$$q_{2i} = \frac{\alpha_{2i}^{y_{2i}}}{y_{2i}! \left[ \sum_{k=0}^{y_{2i}} \frac{\alpha_{2i}^k}{k!} \right]^{-1}}, \quad \alpha_{2i} = \Lambda_{2i}\tau_{2i}, \quad i = 1, 2, \dots, I. \quad (4)$$

Каждое торговое предприятие характеризуется следующими параметрами:

$y_{1i}$  – количество обслуживающих приборов;

$\Lambda_{1i}$  – интенсивность входящего потока требований.

Среднее время обслуживания при этом может принимать значение  $\tau_{1i}$ , если в момент поступления заявки на пополнение запасов предприятия требуемые товары  $i$ -го вида имеются на складе, или  $\tau_{1i} + \tau_{2i}$ , если эти товары отсутствуют.

Вероятность реализации первого случая равна  $1 - q_{2i}$ , второго  $q_{2i}$ .

Так как функция (4) является нелинейной функцией величины  $\alpha_{2i}$ , то по правилу определения математического ожидания нелинейной функции находим

$$q_{1i} = (1 - q_{2i})q_{1,2}(i) + q_{1,3}(i), \quad i = 1, 2, \dots, I, \quad (5)$$

где

$$q_{1,2}(i) = \frac{\alpha_{1,2}^{y_{1i}}(i)}{y_{1i}!} \left[ \sum_{k=0}^{y_{1i}} \frac{\alpha_{1,2}^k(i)}{k!} \right]^{-1}, \quad \alpha_{1,2}(i) = \Lambda_{1i} \tau_{1i}, \quad i = 1, 2, \dots, I; \quad (6)$$

$$q_{1,3}(i) = \frac{\alpha_{1,3}^{y_{1i}}(i)}{y_{1i}!} \left[ \sum_{k=0}^{y_{1i}} \frac{\alpha_{1,3}^k(i)}{k!} \right]^{-1}, \quad \alpha_{1,3}(i) = \Lambda_{1i} (\tau_{1i} + \tau_{2i}), \quad i = 1, 2, \dots, I. \quad (7)$$

Соотношения (1) – (7) представляют собой модель для определения среднего времени обслуживания покупателя при заданных объемах запасов товаров  $i$ -го вида ( $i=1, 2, \dots, I$ ) в предприятиях торговли и на складе, известных сроках хранения и временах поставок товара. Следовательно, на их основе при заданном времени обслуживания и известных допустимых сроках хранения товаров можно методом последовательных приближений определять рациональные уровни запасов этих товаров.

Многономенклатурность сетевой торговли в рамках рассмотренной модели можно оценить, если учесть среднее время обеспечения покупателей товарами любого типа

$$T = \sum_{i=1}^I P_i T_{3i}, \quad (8)$$

где

$$P_i = \frac{\lambda_i}{\sum_{i=1}^I \lambda_i}, \quad i = 1, 2, \dots, I. \quad (9)$$

Величина  $P_i$  отражает средний относительный спрос на товары  $i$ -го вида.

Экономическая эффективность управления запасами характеризуется стоимостью хранения запасов [4; 7; 10]

$$C = W \sum_{i=1}^I c_{1i} y_{1i} + \sum_{i=1}^I c_{2i} y_{2i}, \quad (10)$$

где  $c_{1i}$  – стоимость хранения единицы товаров  $i$ -го вида в торговом предприятии;

$c_{2i}$  – стоимость хранения единицы товаров  $i$ -го вида на складе.

Оптимальные параметры стратегии управления запасами товаров в рассмотренной торговой сети можно определить в результате решения одной из следующих оптимизационных задач [2; 5; 8; 16]:

определить вектор

$Y^* = \{y_{1i}^*, y_{2i}^*\} \quad i = 1, 2, \dots, I$ , для которого

$$T(Y^*) = \min_Y T(Y) \quad \text{при} \quad C(Y) \leq C_\delta, \quad (11)$$

или

$$C(Y^*) = \min_Y C(Y) \quad \text{при} \quad T(Y) \leq T_\delta, \quad (12)$$

где  $C_\delta$  – допустимая стоимость хранения товаров;

$T_\delta$  – допустимое время обеспечения покупателей.

В целом полученные соотношения (1) – (12) представляют собой модель управления запасами товаров в розничной торговле через стационарную торговую сеть. Они позволяют обоснованно подходить к установлению объемов запасов товаров в торговых предприятиях и на складе торговой сети.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Авдеев М.М., Мартыщенко Л.А. [и др.]. Информационно-статистические методы в управлении микроэкономическими системами // Международная академия информатизации. СПб.–Тула: Гриф и К, 2001. 139 с.
2. Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г. Формальная структура задач стандартизации и унификации при управлении развитием сложных технических систем // Защита и безопасность. 2004. № 4. С. 26–31.
3. Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Капитоненко В.В. Экономико-математические методы и модели в мирохозяйственных связях. М.: Изд-во Российской таможенной академии. 2011. 179 с.
4. Богоева Е.М. [и др.]. Методика оценивания эффективности функционирования системы управления рисками таможенных органов Российской Федерации // Крымский научный вестник. 2016. № 3 (9). С. 116–127.
5. Босов Д.Б. [и др.]. Математические модели и методы управления инновационными проектами / Министерство образования и науки РФ, Институт современной экономики М., 2009. 188 с.
6. Ведерников Ю.В., Гарькушев А.Ю. [и др.]. Модели и алгоритмы интеллектуализации автоматизированного управления диверсификацией деятельности промышленного предприятия // Вопросы

оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. 2014. № 5–6. С. 61–72.

7. *Гарькушев А.Ю., Богоева Е.М. [и др.]*. Методологические основы построения показателей эффективности контрольной деятельности органов государственной власти // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. 2015. № 3–4. С. 17–20.

8. *Ильин И.В., Широкова С.В., Ильяшенко О.Ю., Лёвина А.И. [и др.]*. ИТ-поддержка управления запасами с применением математических моделей // Неделя. 2014. № 1. С. 152–158.

9. *Мартыщенко Л.А., Шатохин Д.В. [и др.]*. Методы оперативно-статистического анализа результатов выборочного контроля качества промышленной продукции / Международная академия информатизации. СПб.–Тула, 2001. 72 с.

10. *Родионова Е.С. [и др.]*. Математические методы и модели в экономическом и таможенном риск-менеджменте: монография. СПб.: Стратегия будущего, 2016. 236 с.

11. *Самоленков В.А. [и др.]*. Введение в теорию эффективности боевых действий ракетных войск и артиллерии: монография / Военная академия генерального штаба Вооруженных Сил Российской Федерации М., 2008. 180 с.

12. *Сауренко Т.Н. [и др.]*. Таможенная политика в системе национальной безопасности российской федерации // Вестник Российской таможенной академии. 2015. № 1 (30). С. 14–19.

13. *Сауренко Т.Н., Тебекин А.В. [и др.]*. Экономический и таможенный риск-менеджмент: монография / Государственное казенное образовательное учреждение высшего образования «Российская таможенная академия». М., 2015. 180 с.

14. *Черных А.К., Козлова И.В.* Подход к моделированию системы управления материально-техническим обеспечением сил и средств МЧС России в условиях чрезвычайных ситуаций регионального характера // Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. 2015. № 2. С. 65–70.

15. *Черныш А.Я., Липатова Н.Г. [и др.]*. Применение математических методов при проведении диссертационных исследований. М.: Изд-во Российской таможенной академии, 2011. 514 с.

16. *Шатохин Д.В., Свертилов Н.И. [и др.]*. Методы и модели стандартизации и унификации в управлении развитием военно-технических систем / Военная академия Генерального штаба Вооруженных Сил Российской Федерации. М., 2004. 279 с.