

## УПРАВЛЕНИЕ ТОВАРНЫМИ ПОТОКАМИ И ЗАПАСАМИ

### MANAGEMENT OF COMMODITY FLOWS AND STOCKS

V. Egorov  
N. Egorova  
O. Ranshakova

#### Annotation

The article substantiates the expediency of transfer of commercial enterprises from the conventional periodic valuation of commodity stocks by commodity groups for the continuous management of these stocks depending on the course of the sale of goods. It is shown how this problem can be solved using known mathematical theories section of operations research – the theory of inventory management and queuing theory.

**Keywords:** planning, rationing, queuing, theory of stochastic processes.

**Егоров Владимир Федорович**

Д.э.н., профессор, профессор  
каф. внешнеэкономической деятельности  
и торгового дела, Санкт–Петербургский  
политехнический университет  
Петра Великого, г. Санкт–Петербург

**Егорова Нина Михайловна**

К.э.н., доцент, доцент  
каф. рекреации и туризма,  
Санкт–Петербургский государственный  
экономический университет,  
г. Санкт–Петербург

**Раншакова Ольга Владимировна**

Аспирант каф. внешнеэкономической  
деятельности и торгового дела,  
Санкт–Петербургский политехнический  
университет Петра Великого,  
г. Санкт–Петербург

#### Аннотация

В статье обосновывается целесообразность перехода торговых предприятий от общепринятого периодического нормирования товарных запасов по группам товаров к непрерывному регулированию этих запасов в зависимости от хода реализации товаров. Показывается, как эта задача может решаться с помощью известных математических теорий раздела исследований операций – теории управления запасами и теории массового обслуживания.

#### Ключевые слова:

Планирование, нормирование, массовое обслуживание, теория случайных процессов.

**К**ак известно, наиболее трудоемкую часть работ в сфере управления торговлей занимает управление товарными потоками и запасами [1, 10]. При этом, несомненно, положительную роль в регулировании товарных запасов играет их нормирование [1, 10].

Однако практика показывает, что применяемые сегодня торговыми предприятиями методы такого нормирования недостаточно совершенны и возможности их используются не полностью.

Принятые методы нормирования запасов предназначены для целей финансирования и кредитования предприятий торговли, и лишь в малой степени пригодны для непосредственного управления запасами, правильного формирования ассортимента и ускорения реализации товаров.

Средние нормы запасов по группам товаров в своей динамике следуют обычно за фактически складывающимся уровнем запасов, подтверждают достигнутый уровень. Сила воздействия таких норм на регулирование запасов, естественно, невелика.

Групповые нормы обезличивают конкретный ассортимент, контроль запасов становится беспредметным. Необходимо переходить от нормирования запасов по группам к нормированию по товарным наименованиям. Конечно, это трудоемкая работа, но в условиях компьютеризации она вполне выполнима [8].

Существующая методика нормирования рассчитана на стабильные нормы, обычно не изменяющиеся в течение квартала, а то и года и более. Между тем, необходимо подойти к непрерывному регулированию запасов в зави-

симости от хода реализации. Это может быть достигнуто, если нормирование запасов сочетать с современными методами управления ими.

Текущее регулирование запасов на основе применения современных методов управления дает возможность более часто и обоснованно пересматривать нормы запасов. Иначе говоря, нужно наладить управление запасами с перспективой придания ему функций динамичного нормирования с прогнозом норм, заменив этим в перспективе систему нынешнего нормирования.

Вообще говоря, под управлением запасами можно понимать все существующие методы – планирование, нормирование, автоматическое регулирование. Но наиболее точным и оперативным является автоматическое регулирование запасов, т.е. непрерывное нормирование с использованием математических методов и моделирования с помощью компьютеров. Нормы при таком управлении становятся динамичными, эластичными, находятся в прямой зависимости от изменений спроса, хода реализации и поступления товаров.

В общих чертах задача управления запасами заключается в стремлении получать максимальную прибыль, ограничивая при этом помещение капитала в товарные запасы и минимизируя затраты на складское хранение (иными словами, речь идет об управлении издержками торгового предприятия [4]). В рамках известных статистических моделей, описывающих предложение и спрос, сопоставляются издержки образования запаса, издержки его хранения и убытки вследствие дефицита товаров. Затем выбирается система, наиболее подходящая к конкретному случаю.

Простейшим изображением систем управления запасами является модель Уилсона, основанная на допущениях, что спрос на товары является равномерным во времени и рассматриваемые издержки выполнения заказа и издержки хранения запасов имеют простую форму.

В мировой практике большинство применяемых моделей являются более сложными и дают более детальное изображение процессов управления запасами.

Известно, что торговлю в целом можно рассматривать с позиций теории кибернетических систем как сложную, целочисленную вероятностную систему, что дает возможность использования в этой отрасли математических теорий, которые, как известно, наряду с теорией систем, теорией информации и связи и теорией автоматов, образуют общую теорию кибернетики. Особенно широкое применение в торговле, и, в частности, при управлении товарными потоками и запасами, должны находить такие математические теории, как теория управления запасами и теория массового обслуживания.

Эти теории входят в раздел исследования операций и имеют много общего в построении своего математического аппарата [5, 9].

Несмотря на то, что обе теории зародились в отраслях далеких от торговли (теория массового обслуживания, например, впервые была применена в телефонии), тем не менее, они могут быть легко к ней применены [6].

В теории управления запасами основной моделью является модель, называемая системой с фиксированным размером заказа. Она основывается на выборе размера заказа, минимизирующего общие издержки управления запасами. В такой системе размер заказа является постоянной величиной, и повторный заказ подается при уменьшении наличных запасов до определенного критического уровня.

Помимо системы с фиксированным размером заказа существуют еще две основные системы управления запасами – система с постоянным уровнем запасов (основанная на фиксированных моментах подачи заказа) и система с двумя уровнями (с установленным нижним пределом размера заказа). Использование той или иной системы зависит от ряда обстоятельств. Если издержки управления запасами значительны и их можно вычислить, то более предпочтительной является система с фиксированным размером заказа, так как система с постоянным уровнем запасов не позволяет учитывать издержки в явном виде. Если издержки управления запасами незначительны, то часто более предпочтительной оказывается система с постоянным уровнем запасов.

В задачах управления запасами основные решения, которые принимаются, касаются ответов на два вопроса – когда закупать и сколько закупать или когда и сколько доставлять из закупленного. Ответы могут быть получены на каждый вопрос в отдельности (модель с фиксированным размером заказа) или одновременно на оба вопроса (модель с двумя уровнями или модель с несколькими точками заказа). Ответы, выраженные через точку заказа  $P$  (ответ на первый вопрос) и размер заказа  $Q$  (ответ на второй вопрос), могут принимать следующие формы:

1.  $Q$  – постоянная,  
 $P$  – постоянная (система с фиксированным размером заказа);
2.  $Q$  – постоянная,  
 $P$  – переменная (регулярное пополнение запасов при фиксированном размере заказа);
3.  $Q$  – переменная,  
 $P$  – постоянная (система двух уровней);
4.  $Q$  – переменная,  
 $P$  – переменная (система с постоянным уровнем запасов).

Разные модели дают различные правила количественной оценки  $P$  и  $Q$ , основанные на различных допущениях относительно издержек, спроса и т. д. Из большого числа моделей управления запасами, в каждой из которых  $P$  и  $Q$  имеют одну из четырех основных форм, выбирается модель, наиболее подходящая к конкретному случаю.

Математический аппарат теории массового обслуживания очень схож с математическим аппаратом теории управления запасами. Действительно, запасы товаров можно сравнить с потоком требований, которые ожидают у устройства, производящего обслуживание. Поэтому модели, описывающие эти две системы, приводят к случайным процессам с одинаковыми основными свойствами.

И теория массового обслуживания, и теория управления запасами представляют собой своеобразную задачу теории случайных процессов. Действительно, случайный поток товаров, являющийся не чем иным, как целочисленным монотонным случайным процессом, подвергается некоторой трансформации (воздействию систем обслуживания). Требуется найти некоторые числовые характеристики результата воздействия этой информации. Такими характеристиками, в зависимости от обстановки, могут быть длительность доставки заказа, среднее время ожидания начала обслуживания, средняя длительность периода непрерывной занятости обслуживающего звена и т. д.

Таким образом, многие задачи управления запасами можно представить как задачи массового обслуживания.

При этом нужно иметь в виду, что аналитическая теория массового обслуживания накладывает весьма жесткие ограничения на характер потока требований. Пока в теории разработаны аналитические решения в основном лишь для моделей таких задач, в которых поток требований является простейшим, т. е. обладает одновременно стационарностью (характер потока требований не изменяется со временем), ординарностью (в любой момент в систему поступает не больше одного требования), и отсутствием последствия (вероятность поступления требований не зависит от числа требований, поступивших в систему ранее).

Однако в практике торговли эти условия не являются большим препятствием для формулирования и решения ряда экономических задач. Например, товарные потоки весьма часто являются простейшими или же весьма близкими к ним.

*Проиллюстрируем это примером.*

Вначале рассмотрим наиболее характерную задачу

массового обслуживания математически, что достигается с помощью введения следующих характеристик:

1. распределение входящего потока или распределение числа требований, поступающих в обслуживающее устройство;
2. число каналов, длительности обслуживания в которых можно охарактеризовать некоторой функцией распределения;
3. порядок выбора требований для обслуживания.

Используя эти характеристики, можно рассмотреть работу магазина или склада, откуда одновременно может быть реализована лишь одна единица данного товара (одно требование). Товары реализуются случайным образом со средней интенсивностью  $x$ , т. е. за один месяц реализуется  $x$  единиц товара.

Средняя длительность промежутка времени между моментами реализации  $30/x$ . Распределение моментов реализации товаров является пуассоновским. Это означает, что вероятность реализации  $h$  единиц товара в промежутке времени  $t$  имеет вид:

$$P(h) = \frac{(xt)^h}{h!} e^{-xt}$$

где  $xt$  – среднее число реализации в данном промежутке времени.

Изменяя значение  $h$  и  $t$ , по приведенной формуле можно рассчитать вероятность любого состояния потока требований (в данном случае вероятность реализации товара). Этот закон Пуассона справедлив также для многих случаев, когда вероятность появления события не зависит от происшедших ранее событий.

Теперь, используя характеристики систем массового обслуживания, рассмотрим систему управления запасами, для которой справедливы следующие допущения:

1. как только происходит продажа единицы товара, подается заказ для замены ее другой единицей. Число единиц товара, имеющегося в наличии, плюс число невыполненных заказов на пополнение запаса равно постоянной величине  $M$ , которая является уровнем максимального обязательства (как в системе управления запасами с постоянным уровнем запасов);
2. покупатели прибывают с интенсивностью  $x$  человек в месяц, и каждый требует единицу товара. Распределение спроса во времени является пуассоновским;
3. длительность промежутка времени от момента подачи заказа на пополнение запасов до момента поступления товара имеет показательное распределение.

Таким образом, с одной стороны, имеем систему управления запасами с непрерывным пополнением запасов, в которой сумма единиц наличного и заказанного товара является фиксированным числом. С другой стороны, рассматриваемая система представляет собой не что иное, как систему массового обслуживания, в которой "обслуживанием" является доставка заказа для пополнения запасов, а в роли требований выступают покупатели.

Так как заказы для пополнения запасов подаются на каждую единицу товаров в отдельности, каждый заказ можно рассматривать как обслуживающее устройство многоканальной системы массового обслуживания. Если рассматривать каждый канал как ячейку, то пустая ячейка означает, что канал занят (подан заказ на заполнение ячейки), а заполненная ячейка изображает свободное обслуживающее устройство.

Начало обслуживания соответствует моменту подачи заказа (или покупки товара – для покупателя).

Окончание обслуживания соответствует поступлению заказа и появлению товара в продаже.

Таким образом, время обслуживания соответствует времени доставки товаров в продажу.

Обозначим через  $P(h)$  вероятность того, что в наличии имеется  $h$  единиц товара, или не выполнено  $M - h$  заказов.

Число каналов равно  $M$ , так как  $M$  – максимальное число невыполненных заказов и максимальный уровень запасов.

Тогда будем иметь:

$$P(h) = \frac{1}{(M-h)} (xt)^{M-h}$$

где  $xt$  – значение спроса за время пополнения запасов.

Хотя данная модель является довольно необычной интерпретацией системы управления запасами, но она позволяет использовать точные выражения теории массового обслуживания для решения задач управления запасами, указывая тем самым на тесную связь теории управления запасами с теорией массового обслуживания. Ее внедрение может способствовать снижению издержек торгового предприятия [4], повышению качества бизнес-процессов [7] (причем как внутренних, так и внешних, связанных со взаимодействием с поставщиками и покупателями) и более полному использованию его потенциала [2, 3].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Егоров В. Ф. Организация, технология и проектирование предприятий торговли. СПб.: Первый класс, 2012.
2. Ильина О. В. Управление экономическими ресурсами розничного торгового предприятия // Экономика и управление. – 2007. – № 3. – С. 88–93.
3. Кириллова Т. В. Экономический потенциал розничного торгового предприятия и эффективность его использования. Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. экон. наук. СПб.: Санкт-Петербургский торгово-экономический институт, 2006.
4. Кирьянов И. В. Себестоимость как экономическая категория в моделировании финансов или возможность синтеза структуры // Экономика и предпринимательство. – 2013. – № 9. – С. 592–601.
5. Модели и методы теории логистики / Под ред. В. С. Лукинского. СПб.: Питер, 2008. – 448 с.
6. Панкова Н. В., Стародубцев Ю. И., Кириллова Т. В. Бизнес-технология индивидуализированного обслуживания в условиях массового потока покупателей // Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. – 2013. – № 1. – С. 95–98.
7. Смирнов А. Б. Роль бизнес-процессов в деятельности розничных торговых предприятий // Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. – 2014. – № 1. – С. 33–36.
8. Тушавин В. А. Автоматизация бизнес-процессов. Начинаем с аудита // Управление проектами. – 2010. – № 2. – С. 34–37.
9. Черчмен У., Акоф Р., Арноф Л. Введение в исследование операций. М.: "Наука", 1968.
10. Экономика, анализ и планирование на предприятии торговли. Учебник под ред. А. Н. Соломатина. СПб.: Питер, 2009.