

**СИСТЕМА МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ТОВАРНЫМИ ЗАПАСАМИ В СФЕРЕ
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТОРГОВО-ПОСРЕДНИЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

В статье предложена методика управления запасами в сфере распределения торгово-посреднической организации, основанная на последовательном построении экономико-математической модели оптимального распределения ассортиментных позиций товаров по складам организации и модели управления дефицитными, зарезервированными под определенных клиентов товарами с целью минимизации совокупных затрат компании, связанных с управлением запасами.

В торгово-посреднической сфере деятельности задачи управления запасами возникают в различных функциональных областях организации, основными из которых являются снабжение (управление закупками) и распределение (дистрибуция). Существует большое количество методик управления запасами в сфере снабжения, основывающихся на использовании типовых моделей пополнения запасов, однако технологиям управления запасами в сфере распределения уделяется недостаточное внимание вследствие специфичности возникающих задач в области распределения в различных условиях функционирования организаций.

При управлении запасами торгово-посреднической организации в сфере распределения необходимо учитывать ряд специфических особенностей, в частности:

- значительная длительность поставок товара из-за границы и связанного с этим выполнения различных правил и формальностей (прохождение таможи и т.д.), наличие, как правило, некоего транзитного склада для поступающего товара, с которого происходит распределение по всем остальным складам организации в более короткие сроки и меньшими партиями под текущие потребности;
- наличие большого числа клиентов с различными условиями поставок и штрафными санкциями за недопоставку товара;
- наличие в системе доли циклических запасов – материальных средств в зарезервированном состоянии под определенные заказы клиента, когда использование товара для продажи другим покупателям не представляется возможным.

Поэтому в условиях торгово-посреднической деятельности существуют задачи управления распределением продукции между складами и потенциальными покупателями, а также задача управления резервами товара, основная цель которой минимизировать присутствие готовой продукции в зарезервированном состоянии, не снижая качества обслуживания клиентов. Решить их предлагается с помощью последовательного применения оптимизационных экономико-математических моделей.

Оптимальное распределение запасов по складам организации на определенный период (например, неделя) проводится с учетом того, что оптимальный

график поставок в торгово-посредническую организацию от поставщика уже определен. Кроме того, надо принять во внимание, что распределение по складам организации идет с одного общего склада (например, транзитного), в качестве одной из особенностей модели управления запасами выбрана эшелонированная система снабжения.

Задачу можно сформулировать следующим образом: найти объемы перевозок (и соответственно, количество) с общего склада на каждый из складов низшего уровня в определенный период времени (например, неделя), которые обращают в минимум совокупные затраты организации, связанные с межскладскими перевозками, хранением, а также дефицитом товаров:

$$F(x) = \sum_{i=1}^m (g_i \cdot N_i + \sum_{j=1}^m (h_{ij} \cdot p_j \cdot (z_{ij} + \frac{x_{ij}}{2}) + (d_{ij} - x_{ij}) \cdot s_{ij})) \rightarrow \min \quad (1)$$

где i - индекс склада, $i=1, \dots, n$;

x_{ij} – объем перевозок j -го товара на i -ый склад;

$$N_i = \frac{\sum_{j=1}^m x_{ij}}{Em_i} - \text{количество перевозок на } i - \text{ый склад};$$

Em_i – емкость транспортного средства, используемого для перевозки на i -ый склад;

g_i – расходы на 1 перевозку на i -ый склад;

h_{ij} – доля расходов на хранение в стоимости единицы j -го товара на i -м складе;

d_{ij} – потребность в j -м товаре на i -м складе в рассматриваемом периоде;

s_{ij} – штраф за недопоставку единицы j -го товара с i -го склада,

z_{ij} – запас j -го товара на i -м складе на начало периода, для перемещений с длительным периодом выполнения (например, в другой город) рассчитывается по формуле:

$$z_{ij} = z_{0ij} + tp_{ij} - d_{ij}(t_{\text{заяв}}), \quad i=1, \dots, n; \quad j=1, \dots, m; \quad (2)$$

z_{0ij} – запас товара j в момент размещения заказа на i -м складе;

tp_{ij} – j -ый товар в пути на i -ый склад (размещенные ранее, но еще не поступившие на склад заказы) в момент размещения текущего заказа;

$d_{ij}(t_{\text{заяв}})$ – прогноз спроса на товар j на складе i в период выполнения заказа.

Период планирования при распределении по складам отличается от периода планирования системы снабжения системы в целом. При этом, за целевую функцию можно принять суммарные затраты за несколько краткосрочных периодов.

Ограничения модели также включают в себя:

1) неотрицательность объемов перевозки на i -ый склад;

2) целочисленность количества поставок в периоде;

3) на уровень запасов на складе, который должен превышать минимально необходимый запас для обеспечения заданного уровня обслуживания по каждой группе клиентов, отгрузки которым осуществляются с i -го склада.

4) на емкость i -го склада.

К дополнительным ограничениям в модели распределения по складам нужно отнести ограниченность суммарных объемов перевозки на все склады низшего уровня запасами товаров на общем складе, которое в формализованном виде можно представить:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} \leq z_j \quad (3)$$

Запас товара j на общем складе может включать в себя и товар в пути, который должен прийти от поставщика в рассматриваемом периоде.

Ввиду сложности применения рассмотренной модели для широкого ассортимента товарных позиций, предлагается ее использование только для группы наиболее значимых с точки зрения приносимого дохода компании товаров, полученной, например, в результате проведения ABC-анализа.

На втором этапе, в сфере распределения торгово-посреднической организации необходимо планирование товарных потоков на выходе из логистической системы, управление непосредственным обеспечением товарами покупателей, одним из вариантов реализации которого является формирование и управление резервами продукции.

Под резервом понимается закрепление определенного количества запаса товара за покупателем с целью гарантированного обеспечения продукцией покупателя после проведения всех необходимых операций обработки заказа и согласования его параметров.

Информация о поступившем заказе от клиента (номенклатура и количество) и желаемой дате отгрузки вносится в корпоративную информационную систему компании, что указывает на необходимость подготовки (создания резерва) всего указанного товара для совершения отгрузки в указанное время.

Для выполнения всех отгрузок клиентам необходимо оптимально распределить запасы присутствующего в наличии на складе товара за резервами заказов, а также в системе должно присутствовать некоторое количество свободного товара для проведения срочных отгрузок.

Резервы, с одной стороны, должны быть достаточны для бесперебойной организации сбыта товара, а с другой – величина данных резервов должна быть минимальной, так как наличие зарезервированного товара уменьшает скорость его оборота и ведет к увеличению запасов.

Когда какого-либо товара недостаточно для выполнения всех отгрузок клиентам, следует подчеркнуть актуальность для рассматриваемых компаний с длительным периодом выполнения заказа поставщиком задачи оптимального перераспределения резервов между клиентами, выбор тех из них, потребность в

дефицитном товаре которых должна быть удовлетворена в первую очередь, поскольку сделать оперативный дозаказ у поставщика не представляется возможным.

Выработка качественных решений по управлению резервами продукции возможна на основе применения аппарата экономико-математического моделирования, позволяющего оптимизировать количество товара, находящегося в резерве.

Можно предложить следующий алгоритм управления резервами товаров под отгрузки клиентам:

1) Для минимизации товара, находящегося в резерве устанавливается определенное ограничение по дате резервирования в корпоративной информационной системе предприятия (например, на период, не более 3 дней).

2) Периодический контроль свободных остатков и товара, находящегося в резерве на всех складах организации, с которых осуществляются отгрузки клиентам. Если запас товара в днях по свободному остатку достаточен (по определенному нормативу), то перераспределение резервов не осуществляется.

3) Если проведение периодического контроля является затруднительным, можно предположить отсутствие проблем с товаром, пока иная информация не поступает от сотрудников торгового отдела, создающих в системе заказы для своих клиентов и резервирующих под них товар.

4) Когда одним из вышеописанных способов становится известным, что по какой-либо ассортиментной позиции товарный запас равен нулю по свободному остатку либо меньше определенного числа дней (поступление товара в эти дни не ожидается), и созданы определенные резервы данной позиции, производится оптимальное перераспределение всего имеющегося на складах компании товара следующим образом:

- по заказам от клиентов определяется совокупная потребность в данном товаре на период, открытый для резервирования (d_i , где i – номер клиента);

- по формуле 4 минимизируется функция суммарных штрафов компании за недопоставку товара:

$$F(x_i) = \sum_{i=1}^n (d_i - x_i) * s_i \rightarrow \min \quad (4)$$

где x_i – искомый резерв товара под i – го клиента,

s_i – штраф за недопоставку единицы товара i – му клиенту.

при выполнении ограничения 5, учитывающего, что резерв товара не должен превышать потребности клиента:

$$x_i \leq d_i \quad i=1,...,n \quad (5)$$

ограничения 6 на неотрицательность резерва:

$$x_i \geq 0 \quad i=1,...,n \quad (6)$$

и ограничения 7, показывающего, что сумма всех резервов не должна превышать общего наличного на всех складах компании запаса Z по данному товару:

$$\sum_{i=1}^n x_i \leq Z \quad (7)$$

- таким образом, в первую очередь, товар резервируется под клиентов с максимальными штрафами за недопоставку товара.

- между клиентами с потребностью в данном товаре, для которых хотя нет штрафов за недопоставку в стоимостном выражении, но, из-за низкого качества обслуживания потребителя существует риск утраты предпочтения покупателя, оставшийся после создания резервов под клиентов со штрафами товар также нужно оптимально распределить.

- в этом случае распределение товара будет во многом зависеть от лица, принимающего решение. А критерием для распределения будет являться соответствие потребностей клиентов прогнозируемому спросу в текущем периоде. Если, например, известен прогноз потребности клиента в товаре на неделю, а планируемая разовая отгрузка превышает этот прогноз, либо за предыдущую часть недели было продано больше, чем прогнозировалось, то такому клиенту можно отказать в резерве товара в пользу другого покупателя. В этом случае перенос отгрузки клиенту является законным, поскольку именно некорректно составленный прогноз торговым представителем данного клиента в компании (сотрудника отдела продаж) вызвало нарушение в наличии свободного товара на складе. Это стимулирует более ответственное отношение сотрудников торгового отдела к планированию продаж своих клиентов.

Если товар имеет короткий срок годности, управление резервами в корпоративной информационной системе организации приобретает дополнительный аспект: товар, пришедший ранее, должен быть зарезервирован первым. Для этого в системе, в которой ведется партионный учет товара, необходимо установить ограничение: товар, пришедший позднее, не может быть зарезервирован, пока в свободном доступе есть товар из более ранних партий. Кроме того, ограничение устанавливается и на минимальный срок годности определенного товара, при достижении которого реализация данной партии клиентам прекращается, товар уценивается, либо списывается. Эти дополнительные условия позволяют свести к минимуму потери организации, связанные с истечением срока годности товара.

Оценку эффективности предлагаемой системы моделей рассмотрим на примере торгово-посреднической организации, являющейся дистрибьютором ряда марок импортного пива, минеральной воды, соков.

Товар от поставщиков поступает на один склад, откуда путем межскладских перемещений распределяется по остальным складам организации. При этом, можно выделить как виртуальные склады (существующие в корпоративной информационной системе организации), располагающиеся на одной территории и созданные под отгрузки ключевым клиентам (резервные), так и физические – склады располагаются в разных местах (городах). Отгрузки клиентам осуществляются со всех указанных на рис. 1 складов, кроме склада в г. Долгопрудном и склада 203. Данные склады используются для временного хранения товара ввиду недостаточности емкости основных складов.

Соответственно, всех клиентов компании можно разделить на категории, в зависимости от того, с какого склада им поставляется товар.

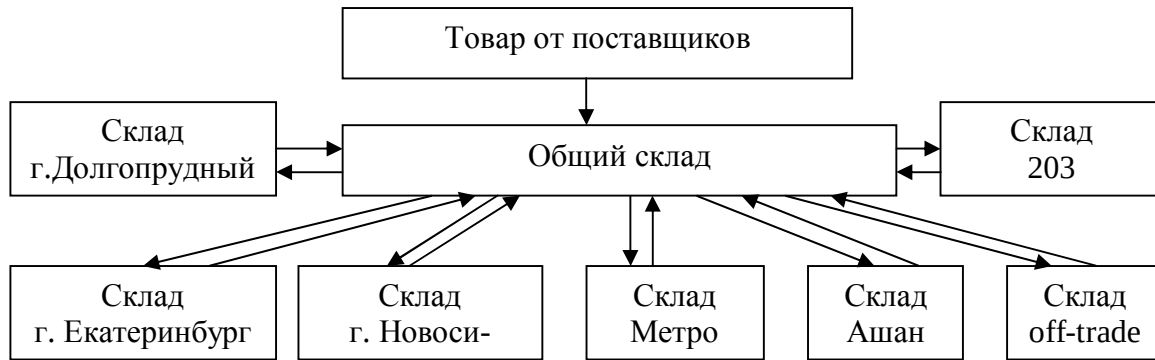


Рис. 1 Система снабжения компании

Далее рассмотрим процесс распределения товара между складами организации. Большинство межскладских перемещений в компании осуществляется один раз в неделю. Так, один раз в неделю с общего склада загружаются вагоны в Екатеринбург и Новосибирск, еженедельно пополняются резервные склады под ключевых клиентов компании Метро и Ашан. Для определения потребности каждого склада в товаре на неделю используется уточненный и детализированный прогноз продаж с разделением по складам, полученный от торгового отдела.

В качестве примера для рассматриваемой организации рассмотрим реализацию модели оптимального распределения товара по складам для пива Corona Extra (исходные данные в таблице 1).

Таблица 1 - Исходные данные для модели распределения запасов пива Corona Extra по складам организации

Склад	Запас на начало нед., уп.	Потребность d_i на 1 неделю, уп.	Штраф за недопоставку 1 уп., s_i , у.е.	Доля затрат на перевозку, приходящаяся на 1 уп., g_i , у.е.	Затраты на хранение h_i на 1 уп., у.е.	Минимальный запас, уп.
Общий	9645	3471	0	0	0,98	3297
off-trade	841	932	0,5	0,0168	0,96	885
Метро	564	475	3,54	0,001	0,99	451
Ашан	332	125	1,5	0	0,98	119
Итого	11382					

В примере не рассматриваются региональные склады, поскольку для них перемещение с общего склада занимает достаточно длительный период времени, а потребность в товаре для общего склада включает прогноз отгрузок на региональные склады. Как видно из таблицы 1, затраты на перевозку равны нулю для виртуальных складов, физически располагающихся на одной территории.

В таблице 2 приведены результаты реализации предложенной модели. С общего склада было перемещено 1689 уп. на склады off-trade, Метро и Ашан для оптимизации уровня запасов на них. Сделанные межскладские перемеще-

ния позволяют избежать дефицита пива на указанных складах, тем самым снижая совокупные логистические затраты организации.

Таблица 2 - Результаты реализации модели распределения запасов пива Corona Extra по складам организации

Склад	Запас на складе в результате перевозок, уп.	Объем перевозок, хі, уп.	Расходы на перевозку, у.е.	Расходы на хранение, у.е.	Потери от дефицита, у.е.	Итого расходы, у.е
Общий	7956	-1689	0	8624	0	8624
off-trade	932	91,03	2	851	0	853
Метро	719,5	155,5	0	635	0	635
Ашан	1775	1443	0	1032	0	1032
Итого	11382		2	11143	0	11145

Далее рассмотрим пример распределения дефицитного товара по резервам под заказы определенных клиентов. Для этого, первоначально нужно установить ограничение по дате резервирования (например, на период не более 3 дней).

Если получена информация об отсутствии какого-либо товара в свободном доступе (например, пива Corona Extra), при этом товар присутствует на складе в зарезервированном состоянии, распределение резервов необходимо провести согласно разработанной модели. Пример оптимального распределения показан в таблице 3

Таблица 3 - Результаты реализации модели оптимального управления резервами пива Corona Extra

Клиент	Товар в резерве, уп.	Свободный остаток, уп.	Потребность d_i для текущих заказов	Штраф за недопоставку 1 уп., любого либо оп-деленного кол-ва s_i , у.е	Итого штрафы за недопоставку по модели	Итого штрафы без использования моделей, у.е	Кол-во x_i , уп.
Всего	1250	0	1900		2070	2500	1250
в т.ч. Метро (штраф при любой недопоставке)	220	0	310	2000	0	2000	310
Ашан (штраф за недопоставку больше 5%)	450	0	920	500	0	500	874
Перекресток	140	0	140	5	544	0	31
Седьмой континент	340	0	340	5	1526	0	35
другие клиенты	100	0	190	0	0	0	0

В результате оптимального распределения данного дефицитного товара по клиентам наблюдается снижение суммарных штрафов компании на 430 у.е. , что свидетельствует об эффективности применения модели. В данном случае

весь товар был распределен между ключевыми клиентами компании со штрафными санкциями за недопоставку.

Распределение товара по резервам для рассматриваемой организации должно учитывать специфику товара (короткий срок годности), для этого в корпоративной системе организации, в которой ведется учет товара по партиям необходимо установить ограничение: товар, пришедший позднее, не может быть зарезервирован, пока в свободном доступе есть товар из более ранних партий. Кроме того, в программе должно быть ограничение на резервирование товара, срок годности которого истек или подходит к концу.

Таким образом, построенная модель управления резервами товарных запасов организации позволяет снизить количество товара, находящегося в резерве с целью увеличения свободного товара под незапланированные срочные отгрузки, минимизировать издержки компании от недопоставки товара, а также повлиять на качество планирования продаж торговыми подразделениями компании путем выявления соответствия реальных потребностей в товаре сделанным прогнозам.

Список использованной литературы

1. Николайчук В.Е. Логистика в сфере распределения. – СПб.: Питер, 2001. – 160 с.
2. Рыжиков Ю. И. Теория очередей и управление запасами. – СПб.: Питер, 2001. – 384 с.
3. Стерлигова А. Н. Управление запасами в цепях поставок: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 430 с.