

## МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ МНОГОНОМЕНКЛАТУРНЫХ ЗАЯВОК

*В статье приводится методика выявления момента заказа поставщику посредством введения «коэффициента необходимости заказа», а также методика формирования многономенклатурных заявок с применением оптимизации на основе критерия минимизации оборачиваемости товарных запасов. Результаты исследований, изложенные в статье, дают возможность автоматизировать процессы организации поставок на торговых предприятиях.*

В цепи товаропотоков современного потребительского рынка можно выделить три крупных звена: производители, оптовые фирмы, розничные организации. В литературе большое внимание уделяется продажам. Описываются методы продаж как для производителей и оптовых фирм, так и для розничных организаций. Взглянем на вопрос с другой стороны – со стороны закупок. Здесь литературы уже меньше.

Данная статья затрагивает взаимоотношения между оптовыми компаниями и их поставщиками с точки зрения закупочной деятельности. Отличительной особенностью этих взаимоотношений являются большие расстояния между производителями и оптовыми компаниями (характерно для России) и объем закупок (вагонные, контейнерные и пр. перевозки). В этих взаимоотношениях к специфическим параметрам работы можно отнести время товара в пути, момент закупки, ассортимент, объем складов, срок хранения товара и пр.

До сих пор на многих оптовых предприятиях интуитивно решаются вопросы закупочной политики, в то время как отделы продаж имеют четкую и отлаженную систему сбыта. Статья направлена формализовать и оптимизировать задачи закупочной логистики, решение которых в конечном итоге влияет на конкурентоспособности оптовых предприятий в долгосрочной перспективе.

Актуальность исследований подтверждается дорогостоящими программными продуктами R/3, Oracle Applications, Baan IV, iRenaissance, SyteLine, Axapta, MFG/PRO, Парус 8.0, Галактика на основе стандартов MRP, MRP-II, ERP и т.д., в основном зарубежного производства, алгоритмы которых не раскрываются. Такие программы изначально были ориентированы в основном на производственные предприятия, хотя в настоящее время имеются попытки расширить используемые программы на отечественные предприятия (см. работы С.Н.Колесникова). В данной статье не берутся во внимание производственные проблемы обеспечения сырьем, а ориентир взят лишь на задачи оптовых компаний, что позволяет находить более точные решения именно для таких организаций.

Необходимо отметить, что инфраструктура рынка не стоит на месте, она меняется во времени. Павел Иванов, например, в своей статье «Конец оптократии» [1] выделяет пять периодов существования оптового бизнеса. В статье также говорится, что «сейчас по уровню развития российские оптовые компании соответствуют американским в 60 – 70 – е годы XX века». Автор говорит о росте крупных сетей розничной торговли, которые уже не пользуются услугами оптовых компаний, а строят взаимоотношения с производителями посредством логи-

стических центров. В таком случае звено оптовых фирм России может перерасти в логистические центры.

В последнее десятилетие Россия стала более доступной для иностранных предприятий, о чем свидетельствует скупка производственных мощностей страны иностранными компаниями. Швейцарский концерн Nestle приобрел самарскую кондитерскую фабрику, фабрику «Алтай» (г.Барнаул) и «Камская» (г.Пермь), что позволило ему занять третье место на рынке и стать владельцем одной из наиболее престижных марок – «Россия – щедрая душа». Иностранными компаниями возводятся новые производственные предприятия (Phillip Morris вводит в эксплуатацию фабрику в Ленинградской области «Филлип Моррис-Ижора»), а также развиваются сети розничной торговли (Рамстор и пр.). Основная причина слияний и поглощений кроется в стремлении получить и усилить синергетический эффект, который возникает благодаря:

- ◆ экономии, обусловленной масштабами деятельности;
- ◆ комбинирования взаимодополняющих ресурсов;
- ◆ финансовой экономии за счет снижения трансакционных издержек (по налаживанию коммерческих связей);
- ◆ возросшей рыночной мощи из-за снижения конкуренции (мотив монополии);
- ◆ взаимодополняемости в области НИОКР.

Иностранные управленцы привносят на российский рынок новые для него, но давно отработанные на западе, методы ведения бизнеса. Практика показала, что подобные методы находят применение на российском рынке, а управляемые иностранными менеджерами компании составили серьезную конкуренцию российским предприятиям. Это повлекло к изменениям рыночной конъюнктуры. В таких условиях российские компании не могли бездействовать, так как прогрессивный захват рынка страны иностранными компаниями повлек к снижению доходов отечественных предприятий, некоторые из которых вообще обанкротились.

В условиях постоянно усиливающейся конкурентной борьбы российские предприятия начали образовывать объединения, альянсы. Например, ООО «Объединенные кондитеры» г.Москва на сегодняшний день включает в себя ОАО «Рот-Фронт», ОАО «Красный Октябрь», КК «Бабаевский» со всеми дочерними предприятиями или КДВ Групп, г.Томск - включает Яшкинский пищекомбинат, Минусинскую кондитерскую фабрику, Кемеровский кондитерский комбинат, Абаканскую кондитерскую фабрику. Обычно новые объединения начинают строить свой бизнес, частично применяя западные методы, такие как SCM (supply chain management – управление цепочками поставок), CRM (customer relationship management – управление взаимодействием с покупателем), ERP (enterprise resource planning - планирование ресурсов предприятия) и пр., обычно сопровождающиеся дорогостоящими, по российским меркам, программными пакетами. Появилась специализированная литература по применению таких методов в российских условиях [2]. Многие российские оптовые предприятия не в состоянии приобретать программные продукты, основанные на использовании вышеперечисленных методик. Такие предприятия пытаются постепенно развиваться в различных аспектах – сбытовом, маркетинговом, логистическом и т.д., используя собственный опыт работы. Основной задачей российских предприятий в такой ситуации стано-

виться поддержание конкурентоспособности (включая конкуренцию со стороны иностранных компаний) именно в долгосрочной перспективе.

Целью оптовых компаний могут являться как завоевание определенной доли рынка, так и достижение желаемого объема выручки, прибыли или других экономических показателей. Основным ресурсом для достижения поставленной цели является торговый капитал, товары. Поэтому постоянно ведутся исследования по разработке специальных инструментов по управлению товарами. Эффективность использования торгового капитала может зависеть от внешних (налоговое, таможенное законодательство, условия получения кредитов и процентные ставки по ним и пр.) и внутренних (те, на которые торговая организация может и должна влиять) факторов. В [3] отмечается, что первостепенными среди внутренних факторов, влияющих на эффективность использования торгового капитала, являются ассортиментная политика торговой организации и эффективность управления товарными запасами. Там же, в подтверждение приводится пример из практики, когда 52,5% товарного ассортимента приносят компании всего 1,5% выручки. Это ведет к потерям на обслуживание этого товара, а так же замораживает денежный ресурс на неизвестный срок. Противоположная ситуация – нехватка товара, его дефицит.

Научные методы работы со сложными объектами, такими как товаропоток, подразумевают разбивку цепи на участки. В рамках данной работы исследуется блок закупок оптовых предприятий. Решение задач закупок будет нацелено на повышение конкурентоспособности и эффективности работы оптовых предприятий в целом, как объекта товаропотока.

Итак, с точки зрения отдела закупок конкурентоспособность оптового предприятия, которая непосредственно влияет на прибыль предприятия, будет включать следующие моменты (все они попадают в список «устойчивых конкурентных преимуществ», в список первых факторов, выделяемых заказчиком):

- 1) Закупаемый ассортимент, который в конечном итоге будет предложен покупателям;
- 2) Стабильность присутствия товаров, которая относится к качеству обслуживания покупателей;
- 3) Ценовая политика.

Взаимосвязь всех отмеченных моментов можно найти в [4]. Приведенный список можно рассматривать в иерархии важности влияния выделяемых пунктов на конкурентоспособность. Так если в ассортименте оптового предприятия имеется ряд эксклюзивных позиций, то в не зависимости от состояния пунктов 2 и 3 конкурирующих компаний, покупатель будет обсуживаться именно на том предприятии, где имеются данные позиции, то есть ассортимент имеет самую высокую степень влияния на конкурентоспособность. Стабильность присутствия товара на остатках оптового предприятия и цена имеют меньшую важность влияния на конкурентоспособность. Так если два конкурирующих предприятия имеют одинаковый ассортимент, но в одном из них товар присутствует не постоянно, то понятно, что покупатель будет стремиться туда, где он уверенно приобретет необходимый товар. Цена также влияет на лояльность покупателя. Если ассортимент подобен для нескольких конкурентов, то понятно, что покупатель будет стремиться выбрать продавца с самой выгодной ценой.

Необходимость создания запасов оптовыми компаниями продиктована следующими факторами:

- ◆ дискретность поставок;
- ◆ случайные колебания
  - в спросе за интервал между поставками;
  - в объеме поставок (например, объем сельскохозяйственной продукции зависит от урожая);
  - в длительности интервалов между поставками;
- ◆ изменение конъюнктуры
  - сезонность спроса;
  - сезонность производства;
  - инфляция;
  - повышение цен.

Перечисленные факторы создают тенденцию к увеличению запасов, однако имеются факторы в пользу минимизации запасов:

- ◆ плата за физическое хранение запаса;
- ◆ упущенный доход, который мог бы быть получен при вложении омертвленных в запасе средств предприятия в товары с твердым доходом;
- ◆ потери в количестве товара (например, усушка, испарение)
- ◆ качественные изменения (ухудшение внешнего вида, разложение);
- ◆ моральный износ (характерно для модных товаров).

Задачей теории управления запасами является отыскание баланса между двумя вышеперечисленными списками факторов.

Отметим два основных пункта в организации процесса пополнения запасов (или организации цепи поставок), влияющих на стабильность присутствия товаров на складах оптовых компаний, которые составляют суть управления запасами:

- ◆ момент заказа;
- ◆ объем закупаемой партии.

Относительно этих двух пунктов существуют готовые решения задач пополнения запасов, такие как:

- ◆ система пополнения запасов с фиксированной периодичностью заказа;
- ◆ система пополнения запасов с фиксированным размером заказа;
- ◆ методика определения оптимального размера заказа по формуле Уилсона;
- ◆ вероятностные и прочие модели;

В управлении запасами наблюдается преобладание однопродуктовых моделей. В [5] приводится статистика методов управления запасами, где показано, что всего лишь 18% существующих методов многономенклатурные и лишь в 7% учитываются ограничения. Ю.И.Рыжиков [5] отмечает, что «многономенклатурность является основным фактором, усложняющим модель, и разнообразно проецируется на все остальные элементы модели. В частности, спрос на разные номенклатуры может быть независимым, комплектным и коррелированным ... ограничения задаются независимо или совместно по группе номенклатур».

Анализ работы действующих предприятий позволяет говорить, что многие российские оптовые предприятия не пользуются формулой Уилсона. Попытка отыскать причины наводит на мысль, что управленческий персонал испытывает

трудность расчета издержек заказа и издержек хранения, необходимых для использования метода. В современных условиях значительного удешевления информационных услуг, больших перспектив в технологиях бизнеса с использованием Интернет, издержки заказа зачастую являются ничтожно малыми, так как имеется возможность размещения заказа по электронной почте. Издержки хранения это постоянные издержки, которые в основном составляют аренда складов (склады также могут быть в собственности предприятия) и заработная плата складского персонала, обычно не зависящая от перемещаемого объема величина. Другую точку зрения о невозможности применения формулы Уилсона можно найти у А.Баскина. Он пишет в своей работе [6]: «Нисколько не опровергая справедливость формулы Уилсона и метода «точно в срок», тем не менее приходится констатировать, что они лишь в крайне ограниченных случаях применимы в российской экономике, которая уже обладает рыночной «наружностью», но еще далека от подлинного рыночного содержания. Так, метод «точно в срок» оправдывает себя при идеальном выполнении своих обязательств поставщиками и транспортниками, т.е. при высокой культуре взаимодействия хозяйственных партнеров, высокоразвитой инфраструктуре рынка, отсутствии популизма со стороны региональных властей на расчленение единого рыночного пространства (чем мы пока похвастаться не можем). Что же касается формулы Уилсона, то предпринятая нами практическая проверка показала, что размерность и соотношение входящих в нее величин в странах Запада и в России значительно отличаются друг от друга. Поэтому, подставляя российские показатели в формулу, мы приходим к разительным по бессмысленности результатам. При одной и той же величине  $S$  (величина оборота (примечание автора)) соотношение между числителем и знаменателем формулы Уилсона в российских условиях ее применения оказывается многократно меньше, чем в странах Запада. Это обусловлено существенной разницей в стоимости кредитов, арендных и налоговых платежей, тарифов на транспорт и энергию, таможенных сборов. Особенно ощутимо сказывается на результатах инфляционная динамика цен на товары и услуги: практические расчеты свидетельствуют, что экономически оптимальный размер заказа продукции превращается в символическую величину – от 13,5 до 38% суточного потребления (реализации продукции). ... В таких условиях уже нельзя действовать по-старому, но нельзя и бросаться в другую крайность: пытаться использовать «в чистом виде» методы хозяйствования, присущие странам с развитой рыночной экономикой. Поэтому при нынешнем состоянии экономики применение формулы Уилсона и других подобных экономических моделей ни сегодня, ни в ближайшей перспективе практически неприемлемо».

Учитывая все перечисленные выше замечания, будет проделана попытка разрешения перечисленных разногласий теории и практики. Работа будет ориентирована в основном на приемлемость предлагаемых методов в практике работы большинства оптовых предприятий, предвидя ограничения, встающие при применении моделей.

Отметим немаловажный факт закупочной деятельности оптовых компаний - многономенклатурный характер заявок в реальных условиях, несмотря на скудный набор решений таких задач, а также неприменимость формулы Уилсона.

Хронологически, вначале встает вопрос определения момента заказа, поэтому описание методик начнем с него. Примем условие, что ассортимент и ценовая политика зафиксированы до решаемого в данный момент вопроса определения момента заказа и примем, что имеющаяся статистика по продажам товаров исследуемого поставщика (по которому будет рассчитан момент заказа и сформирована заявка) получена при том же ассортименте и той же ценовой политике.

Еще одна очень важная оговорка – так как заказ товара отражает прогноз продаж этого товара в будущем, то за прогноз на данном этапе примем так называемый «наивный» прогноз, когда прогнозируемое количество продаж товара равно количеству продаж за прошлый период той же длины. Например, в случае, когда на прошлой неделе продано 250 коробок товара X, на следующую неделю мы прогнозируем продажу также 250 коробок товара X. Понятно, что многие могут возразить применению такого метода прогноза, так как в данном случае не учитывается хотя бы фактор сезонности продаж. Но, в пользу «наивного» прогноза говорит тот факт, что среди всех методов прогноза, которые тестируются сразу по 3000 разнообразных временных рядов, размещенных в Интернете, пока что побеждает именно «наивный» прогноз. Хотя в каждом отдельном случае, в зависимости от вида временного ряда, можно найти более точный метод прогноза. Именно потому, что статья должна носить универсальный характер, принято за основу взять «наивный» прогноз. Так как, во-первых, предлагаемая методика направлена на многономенклатурный ассортимент и подбор метода прогноза для каждого товара (особенно в случае оптовых компаний с ассортиментом несколько десятков, а то и сотен тысяч наименований) сильно загромождает решение. Во-вторых, с учетом того, что методика ориентирована для товаров с неопределенной сезонностью, точно нельзя сказать какой метод прогноза лучше «наивного». В-третьих, динамика развития предприятия в значительной мере влияет на прогноз, но четко заданную динамику также нельзя брать за основу, так как для различных предприятий, потенциальных пользователей предлагаемой методики, динамика развития может значительно отличаться.

#### **Момент заказа поставщику**

Итак, в однопродуктовом случае момент заказа определяется оставшимся количеством товара в запасе (система пополнения запасов с фиксированным размером заказа) или временем, прошедшим от прошлого заказа (система пополнения запасов с фиксированной периодичностью заказа). Заметим, что в реальных условиях момент заказа чаще всего определяется по первому методу – на основе запаса на складе, так как именно этот метод учитывает обстоятельства оптовой компании, его запас. Вторым методом чаще пользуются в условиях достаточно частых отгрузок и относительно стабильного спроса. Этот метод более выгоден с точки зрения поставщика, обычно работающего на плановой основе.

При формировании заявки поставщику в большинстве случаев имеем дело с многономенклатурным заказом. Каждый товар имеет свои текущие запасы и свой уровень продаж (Таблица 1).

Таблица товаров заданного поставщика

Товары	Уровень продаж за период $\Pi$	Текущий запас
Товар 1	$S_1$	$Z_1$
Товар 2	$S_2$	$Z_2$
...	...	...
Товар N	$S_N$	$Z_N$

Для дальнейших расчетов необходимо также еще два параметра:

- время от момента заявки, до поступления товара на склад  $T$ ,
- размер выбираемой партии  $M$ .

Так как одно из ограничений выражается в натуральных единицах, то ясно, что уровень продаж и текущий запас необходимо учитывать также в натуральных единицах, а не в денежных. Время от момента заявки, до поступления товара на склад может включать производственный цикл у поставщика (если поставщик – это производитель) и время товара в пути, включая время погрузо-разгрузочных работ.

Так как метод заказа на основе складского запаса более выгоден оптовой фирме, а также, так как в реальных условиях это более востребованный метод, именно он и составит основу метода вычисления момента заказа поставщику.

Понятие момента заказа в данном случае будет включать запас:

- запас  $Z_T$ , достаточный для обеспечения продаж на время  $T$ ,
- страховой запас  $Z_C$ .

Под страховым запасом в рамках данного метода будем понимать запас в процентах от  $Z_T$ , на который должен будет увеличиться запас  $Z_T$  и который исключает риск задержки поставки. Например, в случае, когда время  $T$  равно 10 дней, а имеется риск задержки производства заказа на 1 день и риск задержки транспортировки на 1 день (в общем 2 дня), то страховой запас будет равен  $Z_T \cdot 2/10$ . Его также можно выразить в процентах, обозначим  $\Delta$ . В приведенном примере он равен  $2/10$ , то есть 20%. В [7] приводится анализ рисков в логистических цепях и показан пример расчета надежности каналов логистических цепей на основе шести основных видов риска. На основе приведенного примера, аналогичным образом можно достаточно точно вычислять  $\Delta$ . В данном случае  $\Delta$  будет являться событием, противоположным безотказной работе (надежности) логистического канала.

Итак, в случае одного товара, момент заказа наступает при снижении запаса  $Z$  до уровня, равного  $Z_T + Z_C$ . То есть условие наступления момента заказа записывается равенством

$$Z = Z_T + Z_C. \quad (1)$$

Сумму  $Z_T + Z_C$  назовем точкой заказа и обозначим  $Z^*$ .

Также необходимо ввести величину запаса товара в днях оборота  $Z_{(дн)}$ . Он понимается как количество дней продажи всего запаса и вычисляется как отношение запаса  $Z$  к среднедневному обороту. Среднедневной оборот рассчитывается как отношение уровня продаж  $S$  к расчетному периоду  $\Pi$  (в днях). В итоге

$$Z_{(дн)} = \frac{Z \cdot \Pi}{S}. \quad (2)$$

Так как работа с поставщиком имеет многономенклатурный характер, а моменты заказа каждого из товаров зачастую различны во времени, то появляется необходимость введения обобщающего по всем товарам показателя. Вводится понятие коэффициента необходимости заказа, суть которого заключается в следующем. В случае одного товара коэффициент необходимости заявки равен отношению запаса в днях оборота к времени от момента заявки, до поступления товара на склад  $T$ :

$$K_H = Z_{(дн)}/T. \quad (3)$$

Смысл такого коэффициента необходимости заказа заключается в том, что если запаса товара хватает для обеспечения компании на время  $T$  ( $Z_{(дн)} > T$ ), то он больше единицы. Если товара не хватает на время  $T$ , тогда  $Z_{(дн)} < T$  и  $K_H < 1$ . Отсюда можно принять положение, что равенство  $K_H$  единице и будет сигнализировать о необходимости заказа товара, это и будет являться моментом заказа. В этом случае также можно учитывать страховую часть запаса (на непредвиденные задержки в поставках) добавлением к  $K_H$  того самого  $\Delta$ . То есть, если  $\Delta = 20\%$ , то  $K_H = 1 + 0,2 = 1,2$  (в данном случае, исходя из формулы (3), на 20% повышается запас в днях, учитывая, что  $T$  – постоянная величина). Важно отметить, что чем выше  $\Delta$ , тем больший уровень запасов придется поддерживать на складе, тем больше расходы на хранение, тем выше риск порчи товара. Поэтому  $\Delta$  должен отражать баланс между снижением рисков несвоевременного поступления товаров на склад и повышением расходов по обслуживанию дополнительного запаса товаров.

Однако при работе с поставщиком имеем дело с множеством товаров, и с ограничением, связанным с минимальной нормой отгрузки (вагон, контейнер, и т.д.). Понятно, что без указанного ограничения заказывать товары можно по отдельности, без учета остатков других товаров. В реальности это может работать лишь в случае, когда гарантирована поставка заказа любого размера.

Учитывая ограничение минимальной нормы отгрузки, заказ одного или нескольких товаров приведет к созданию больших запасов по этим товарам после поступления их на склад по сравнению с запасами других товаров того же поставщика. Это ведет к загрузке складских площадей, повышенному риску порчи товаров, а также отвлечению оборотных средств, что неэффективно с финансовой точки зрения.

Идеальным вариантом будет выступать случай, когда все товары одного поставщика будут заказываться в одной партии. Такое возможно только тогда, когда они будут продаваться одновременно. То есть, если оптовая компания продает один контейнер продукции какого-либо поставщика за две недели, то товары, которые пришли в малом количестве и товары, которых пришло в несколько раз больше, должны продаться одновременно, за 2 недели. Такая схема позволит максимизировать оборачиваемость товаров. Определение количества каждого товара в заказываемой партии – это уже задача формирования заявки, задача вычисления пропорций различных товаров в заявке.

Итак, нашей целью в разработке метода определения момента заказа поставщику будет выступать поиск показателя, сигнализирующего о наступлении момента заказа. Таким показателем также будет выступать коэффициент необходимости заказа.



Для каждого товара заданного поставщика, по формуле (3) можно вычислить коэффициент необходимости его заказа.

$$K_{Hi} = Z_{(дн)i} / T, \quad (4)$$

где  $T$  - время от момента заявки, до поступления товара на склад. Оно одинаковое для всех товаров определенного поставщика.

Логичным будет выступать следующее замечание: влияние на коэффициент необходимости заказа поставщику товара, который продается в больших количествах, больше влияния того, который продается в меньших. Значение первого товара на решение о моменте заказа выше, чем второго. Приходим к необходимости введения весовых коэффициентов. Весовой коэффициент, согласно проведенному рассуждению, будет равен отношению  $S_i / \sum S_i$ , а коэффициент необходимости заказа поставщику соответственно

$$K_{\text{Нобщ}} = \sum_{i=1}^N \frac{S_i}{\sum_{j=1}^N S_j} \cdot \frac{Z_{(дн)i}}{T}, \quad (5)$$

то есть на самом деле получаем средневзвешенное коэффициентов необходимости всех товаров заданного поставщика.

Принципы его работы те же самые, что и для одного товара: снижение  $K_{\text{Нобщ}}$  до единицы сигнализирует о наступлении момента заказа. В случае, когда  $N=1$ , весовой коэффициент будет также равен 1 и формула (4) примет вид (3).

Аналогичным образом имеется возможность учитывать и страховую часть, выражаемую в наших примерах через  $\Delta$ . То есть, если  $\Delta=15\%$ , то момент заказа будет наступать при  $K_{\text{Нобщ}}=1,15$ .

### **Формирование многономенклатурной заявки**

После наступления момента заказа, менеджер по закупкам должен сформировать заказ и отправить его поставщику. Как уже неоднократно отмечалось, на практике нет универсального способа вычисления пропорций каждого из заказываемых товаров в общем заказе, который имеет заданный размер. В реалиях, зачастую, заказ формируется профессионалом экспертом методом подгонки под конкретный размер.

Ниже будет предложен один из способов вычисления пропорций в заказе, исходя из выше озвученного принципа, что все товары одного заказа должны продаваться за одинаковый промежуток времени. Это позволит оптимизировать запасы товаров, а также увеличить их оборачиваемость, снизив при этом риск порчи товаров ввиду долгосрочного их присутствия в запасах предприятия.

Итак, входными данными задачи формирования заказа поставщику будут выступать:

- данные о продажах каждого из товаров поставщика, которому формируется заказ  $S_i$ ;
- остаток каждого из этих товаров  $Z_i$ ;
- количество дней от размещения заказа поставщику до его прихода на склад получателя  $T$ ;
- размер партии заказа  $M$ .

Данные первых трех пунктов уже использовались в задаче определения момента заказа и размещены в Таблице 1.

Поиск оптимального заказа поставщику, учитывая выявленный принцип одномоментности продажи всех товаров формируемого заказа за минимальный срок можно реализовать лишь решением следующей оптимизационной задачи:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^N \left( \frac{o_i + x_i}{p_i} - \frac{1}{N-1} \sum_{j \neq i} \frac{o_j + x_j}{p_j} \right)^2 \rightarrow \min_x \\ \sum_{i=1}^N x_i = M \\ x_i \geq 0 \end{array} \right. , \quad (6)$$

где  $o_i$  – остаток  $i$ -го товара на момент прихода заказываемой партии,  
 $p_i$  – дневные продажи  $i$ -го товара,  
 $x_i$  – размер заказа  $i$ -го товара,  
 $N$  – количество заказываемых товаров,  
 $M$  – размер заказываемой партии.

Остаток  $i$ -го товара на момент прихода заказываемой партии ( $o_i$ ) вычисляется исходя из дневных продаж этого товара ( $p_i$ ) и количества дней от размещения заказа поставщику до его прихода на склад получателя ( $T$ ):

$$o_i = o_{i \text{ тек}} - p_i * T, \quad (7)$$

где  $o_{i \text{ тек}}$  – остаток  $i$ -го товара на момент формирования заявки (текущий остаток).

$o_i + x_i$  – это запас товара после поступления заказываемой партии на склад,

$\frac{o_i + x_i}{p_i}$  – тот же запас, но в днях его продажи,

$\frac{1}{N-1} \sum_{j \neq i} \frac{o_j + x_j}{p_j}$  – среднее арифметическое запаса остальных товаров в днях.

Целевая функция представляет собой дисперсию дней продажи товаров одного поставщика, а дисперсия, как известно, характеризует разброс величины относительно среднего арифметического и поэтому в оптимизационной задаче (6) находится именно минимум этой функции.

Первое из ограничений учитывает размер партии, а второе – невозможность размера заказа по каждому товару принимать отрицательные значения.

Из вида целевой функции понятно, что исходя из невозможности деления на 0, непродávшиеся товары ( $p_i$  которых в данном случае будет равно нулю) не должны попадать под расчет заказа, они должны исключаться из списка заказываемых товаров.

Также необходимо отметить, что целевая функция непрерывна (имеет значение при любых  $x_i$ ), а ограничения задают ограниченные и замкнутые множества при любом значении  $N$ . На рисунке 1 приведены графики ограничений для  $N=2$  (линия) и  $N=3$  (заштрихованная область).

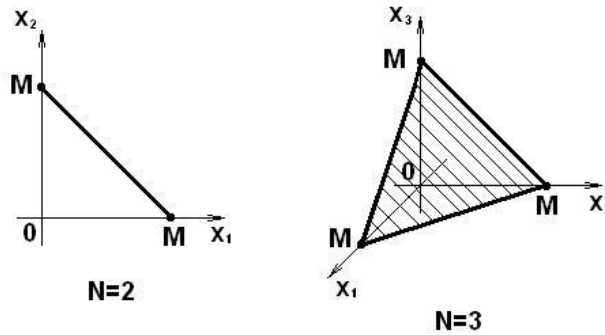


Рис.1 Область определения, задаваемая ограничениями задачи (6)

Исходя из непрерывности целевой функции, а также из ограниченности и замкнутости множеств, задаваемых ограничениями (при любом  $N$ ), смело можно утверждать о существовании минимума целевой функции на задаваемом множестве опираясь на теорему Вейерштрасса [8], что доказывает существование решения задачи (6).

Решение задачи (6) можно искать двумя путями: аналитически (методом Лагранжа) и с помощью итерационных методов. Учитывая нацеленность статьи на практическое использование полученных результатов, покажем пути решения итерационным способом, так как аналитическое решение требует больших ресурсов, при интеграции поиска решения в программные модули, используемые предприятиями. Недостаток итерационных методов поиска решения, в отличие от аналитических методов заключается в том, что они дают решение с заданным допуском точности решения. Но в случае поиска размера заказываемых товаров нет необходимости высокой точности аналитических методов, так как заказ делается в натуральных величинах, а минимальный размер заказа каждого товара – одна коробка, поэтому достаточно точности решения итерационного метода в единицу.

Для решения задачи (6) итерационным способом вначале необходимо преобразовать целевую функцию, учитывая представленные ограничения в следующий вид:

$$S(x) = \sum_{i=1}^N \left( \frac{o_i + x_i}{p_i} - \frac{1}{N-1} \sum_{j \neq i} \frac{o_j + x_j}{p_j} \right)^2 + \left( \sum_{i=1}^N x_i - M \right)^2 + \frac{1}{x_1^2} + \frac{1}{x_2^2} + \dots + \frac{1}{x_N^2} \quad (8)$$

и найти ее минимум. Первое слагаемое в формуле (8) – целевая функция задачи (6),

$\left( \sum_{i=1}^N x_i - M \right)^2$  - функция штрафа,

а  $\frac{1}{x_1^2}, \frac{1}{x_2^2}, \dots, \frac{1}{x_N^2}$  - барьерные функции.

Вопрос поиска минимума функции итерационным способом достаточно широко проработан в области математики [8], поэтому в рамках данного исследования опустим детальное описание способа поиска минимума функции  $S(x)$ , которых на самом деле несколько. Выбор метода поиска минимума возлагается на менеджеров IT отдела компании, которые непосредственно будут внедрять предла-

гаемую концепцию формирования заявок с учетом возможностей программного продукта, который используется конкретным предприятием. Это может быть, например, метод покоординатного спуска или метод градиентного спуска.

Получаемый решением задачи (6) набор  $x_i^*$  ( $i=1..N$ ) и будет являться искомым заказом поставщику, его также можно назвать товарным портфелем.

Учитывая заложенный принцип одномоментности и минимальности дней продажи заказываемых товаров очень просто проверить точность получаемого решения. Для этого необходимо рассчитать количество дней продажи каждого товара после его прихода. Это количество дней по всем товарам должно получиться одинаковым. Расчет количества дней продажи с момента прихода на для  $i$ -го товара выглядит следующим образом:

$$D_{\text{прод}} = \frac{o_i + x_i}{p_i}, \quad (9)$$

где  $o_i$  - остаток  $i$ -го товара на момент прихода заказываемой партии, рассчитываемый на основе текущего остатка и количества дней от заказа поставщику до прихода товара по формуле (7).

Работоспособность предлагаемого алгоритма проверена экспериментальным путем и уже применяется на одном из крупных оптовых предприятий Красноярского края и Сибири – ООО «Сибирская кондитерская компания».

Вариантов формирования заявки может быть несколько. До сих пор речь шла о размере заказа, но единицами измерения могут выступать как объем, так и количество коробок, вес. Важным моментом в работе метода формирования заявок выступает тот факт, что продажи товаров  $p_i$ , остатки товаров  $o_i$  и размер заказываемой партии  $M$  должны быть выражены в единых единицах измерения. Если продажи и остатки будут в объемных единицах (кубических метрах), то и  $M$  должно быть в объемных единицах, если в килограммах, то и  $M$  должно быть килограммах.

Говоря об экономической эффективности предлагаемых в диссертационном исследовании методик, уместно привести ссылку на сайт информационно-аналитического центра «ОптиСервисТрейд» аудиторской компании «Эдиктум» в Интернете [9]. На сайте размещена информация о новом проекте, цель которого – обеспечение повышения торговой выручки магазинов, без привлечения дополнительных инвестиций посредством выполнения следующих работ:

- изучение спроса, на основе анализа продаж;
- разработка оптимального ассортиментного перечня;
- формирование прогноза продаж;
- разработка графика поставок товаров на основе прогноза продаж.

Также в рамках проекта имеется возможность заказа графика потенциала (максимально возможной торговой выручки при существующих условиях), ведомость упущений продаж, ведомость упущений закупок. В данном источнике говорится о существенном повышении товарооборота и, соответственно, доходов, высвобождении связанных оборотных средств, складов и торговых площадей и более эффективном их использовании в случае выполнения описанных работ. Обосновывается необходимость автоматизации указанных процессов, так как принятие решений товароведов по закупкам на самом деле зависит от многих параметров, которые проблематично обрабатывать без применения оргтехники.

Уместно также привести следующие результаты исследований специалистов этого информационно-аналитического центра, предоставленные там же: опытные данные показывают, что выполнение мероприятий по оптимизации закупок может повысить средний товарооборот даже успешно работающей компании минимум на 20%.

Смысл предлагаемых в [9] расчетов потенциала эффективности заключается в следующем: анализируется динамика запасов всех товаров за определенный период и в случае отсутствия товара в наличии в течение нескольких дней (или больше) рассчитывается прибыль, которую можно было бы получить в противном случае. В результате, заказчику приводится потенциал ассортиментных групп в виде отношения недополученной прибыли к получаемой, при текущих принципах поставок. Предложенный способ относится к оценке эффективности процессов формирования заявок и своевременности их подачи, это метод вычисления издержек отсутствия товара.

Но кроме этого имеется риск просрочки товара, а также риск отвлечения оборотного капитала в случае завышенного количества в заказе. Такие издержки вычисляются суммами списания просроченного товара и суммами банковских процентов на замороженный в товарах с большими остатками капитал.

Суммовой эквивалент эффективности вводимого алгоритма работы в области закупочной деятельности зависит от широты ассортимента, а также от ценовой политики предприятия.

Еще несколько способов вычисления эффективности работы отдела закупок (а именно четыре) описано в [10]. В статье говорится о том, что финансовых показателей недостаточно, чтобы комплексно оценить эффективность цепочки поставок, необходимо учитывать качество продукта, лояльность покупателей и т.д. Согласно западной направленности статьи в данном источнике для оценки эффективности цепочек поставок предложены

- сбалансированная система показателей [4];
- модель SCOR;
- функционально-стоимостной анализ;
- анализ экономического эффекта.

Понятно, что внедрение методик в работу предприятий позволит автоматизировать некоторые процессы закупок, что может повлиять на затрачиваемые ранее трудовые ресурсы в сторону их снижения. В [7] приводится формула оценки эффективности автоматизированных рабочих мест и выражается уровнем автоматизации обработки информации:

$$A_{л} = \frac{Ч_a}{Ч} \cdot 100\% , \quad (10)$$

где  $Ч_a$  – количество человеко-часов, затрачиваемых на обработку документов и информации на автоматизированном рабочем месте,

$Ч$  – количество человеко-часов, затрачиваемых на обработку того же количества документов и информации до автоматизации.

В нашем же случае, как уже отмечалось, происходит снижение издержек не только за счет автоматизации, но и за счет оптимизация процессов закупочной деятельности, то есть повышается качество обработки информации, которая влияет на эффективность работы предприятия в целом.

На сегодняшний день, введение описанного в статье алгоритма на предприятиях позволит повысить продажи, ввиду повышения стабильности заявляемого ассортимента в запасах оптовых компаний. В итоге его внедрение позволит увеличить оборачиваемость вложенных в товар средств и, как следствие, прибыль компании, так как предлагаемый компанией ассортимент - это основной источник прибыли и лицо компании, а оптимальность заявок характеризует стабильность предприятия и качество его работы.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1.Иванов П. Конец оптокрации / П.Иванов // Комерсантъ деньги. – 2003. - №48
- 2.Колесников С.Н. Инструментарий бизнеса: современные методологии управления предприятием / С.Н.Колесников – М.: Издательско-консультационная компания «Статус-Кво 97», 2001. – 336с.
- 3.Оганесян М., Амбарнова Е. Управление товаром в розничной торговле // <http://www.retail.ru>
- 4.Каплан Роберт С., Нортон Дэйвид П. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию. – 2-е изд., испр.и доп. / Пер.с англ. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2003, 320 с.
- 5.Рыжиков Ю.И. Теория очередей и управление запасами. – СПб: Питер, 2001. – 384 с.
- 6.Баскин А. Управление материалопотоками и нормирование запасов / А.Баскин // Логистика. – 2000. - №1
7. Чеботаев А.А. Логистика. Логистические технологии: Учебное пособие. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2002. – 172 с.
- 8.Бронштейн И.Н.,Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. – М.:Наука, 1980. – 976 с.
- 9.Информационно-аналитическое сопровождение розничных продаж // <http://www.audit.ru/retail/>
10. Лебедевская В. Как измерить эффективность цепочки поставок / В.Лебедевская // Директор ИС. – 2004. - №9