Д.Н. КУЗНЕЦОВ, С.С. ТОЛСТЫХ

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ТОРГОВЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Вернуться в каталог учебников

Управление продажами на сайтах
www.upravlenie-prodazhami.ru

♦ **Издательство ТГТУ** ♦

УДК 658
ББК У42-21
К891

Р е ц е н з е н т ы:

Доктор экономических наук,
зам. заведующего кафедрой "Маркетинг, сервис и реклама"
Тамбовского государственного университета им. Г.Р. Державина
В.Ю. Лапшин

Доцент кафедры "Финансы и налогообложение"
Тамбовского государственного университета им. Г.Р. Державина
Ю.Ю. Косенкова

Кузнецов, Д.Н.
К891 Современное состояние и перспективы развития процессов управления торговым предприятием : монография / Д.Н. Кузнецов, С.С. Толстых. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2007. – 92 с. – 50 экз. – ISBN 978-5-8265-0633-2.

Рассмотрены вопросы управления торговым предприятием с точки зрения оптимизации затрат в системе управления запасами.

Предназначена для научных работников и специалистов в области математических и инструментальных методов экономики, а также аспирантов и студентов экономических специальностей вузов.

УДК 658
ББК У42-21

ISBN 978-5-8265-0633-2

© ГОУ ВПО "Тамбовский государственный технический университет" (ТГТУ), 2007
Министерство образования и науки Российской Федерации

ГОУ ВПО "Тамбовский государственный технический университет"

Институт "Экономика и управление производством"

Д.Н. Кузнецов, С.С. Толстых

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ТОРГОВЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Утверждено к изданию секцией по экономическим наукам
Научно-технического совета ТГТУ

ТАМБОВ

Издательство ТГТУ
2007

Научное издание

КУЗНЕЦОВ Дмитрий Николаевич,
ТОЛСТЫХ Сергей Степанович

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ТОРГОВЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Монография

Редактор Е.С. М о р д а с о в а
Инженер по компьютерному макетированию М.Н. Р ы ж к о в а

Подписано в печать 25.09.2007.
Формат 60 × 84/16. 5,35 усл. печ. л. Тираж 50 экз. Заказ № 593

Издательско-полиграфический центр
Тамбовского государственного технического университета
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

ВВЕДЕНИЕ

Развитие рыночных отношений в XXI в. ставит экономические субъекты в жесткие условия хозяйствования и конкурентной борьбы, что требует от них высококачественного управления всеми процессами и грамотного распоряжения финансовыми и материальными ресурсами. По мере изменения экономических условий все предприятия сталкиваются с необходимостью совершенствования своих экономических структур.

Процессы управления запасами являются важной составной частью системы управления предприятием, поэтому их эффективность характеризуется таким ключевым критерием, как величина затрат, образующихся при управлении запасами. В настоящее время решение задач повышения эффективности управления предприятием невозможно без применения современных вычислительных систем и программных комплексов. Как показывает практика, автоматизация управления предприятием без инноваций в собственно сами методы управления не дает значительного эффекта. Необходима адаптация, проработка методик и моделей управления, в том числе и управления запасами. Внедрение математических моделей, алгоритмов, предназначенных для решения задачи управления запасами и новых информационных технологий, позволяет автоматизировать процесс получения оптимального решения для многопродуктового ассортимента современного торгового предприятия.

В настоящий момент усиливаются тенденции появления сбытовых сетей различных уровней. В результате поглощения и слияния образуются крупные сетевые структуры предприятий. Меняются характер и масштабы конкуренции, в рыночное соревнование вступают торговые сети. В этих условиях преимущество получает тот представитель рынка, который оперативно реагирует на изменения экономической конъюнктуры и предлагает оптимальный, сбалансированный по ценовым категориям ассортимент. Для поддержания актуального и востребованного ассортимента требуется анализировать запасы как можно большего числа номенклатурных позиций. Возникают задачи тщательного анализа политики закупок, в рамках которых оптимизация планов предприятия без использования методов математического моделирования, основанных на использовании компьютеров и вычислительных кластеров, невозможна. Для типичного торгового предприятия с обширным ассортиментом номенклатурных позиций на этапах краткосрочного, оперативного планирования требуется разработать метод оперативного формирования плана закупок, применение которого минимизирует затраты на хранение запасов.

Вопросам управления запасами уделяется достаточное внимание в трудах как отечественных, так и зарубежных ученых. Проблемами выбора рационального, теоретически обоснованного уровня запасов исследователи стали интересоваться в конце XIX – начале XX вв. В 1888 г. Эджуорт (Edgeworth) впервые математически сформулировал задачу управления запасами (применительно к определению резервных денежных фондов). Аналогичные результаты получил в 1915 г. Харрис (Harris), в немецкой литературе – в 1927 г. Стефаник-Алмейер (Steffanic-Allmayer), в 1929 г. Андлер (Andler) и др. Во всех работах начального периода рассматривается так называемая модель EOQ (Economic Order Quantity) – детерминированная модель наиболее экономичного размера заказа. Независимо от своих предшественников в 1934 г. Уилсоном (Wilson) была выведена группа формул, относящихся к EOQ, которая в англоязычной литературе носит его имя.

Быстрое развитие теории управления запасами началось в годы Второй мировой войны применительно к организации эффективного снабжения вооруженных сил и сразу после войны – в рамках объединенной группы дисциплин "исследование операций". Теория управления запасами как научная дисциплина сформировалась к середине 1950-х гг. В нашей стране первыми математическими работами по теории запасов были работы Е.В. Булинской, развивавшие стоимостной подход. До середины 1960-х гг. основную роль при выборе политики регулирования запасов играл стоимостной подход – при фиксированном горизонте планирования для оценки качества функционирования системы рассматриваются средние суммарные издержки. Если горизонт планирования неограничен, то в качестве целевой функции рассматриваются средние издержки в единицу времени при длительном функционировании системы. С середины 1960-х гг. получает развитие надежностный подход в теории запасов, который оказался очень плодотворным в связи с фундаментальными результатами, полученными в работах Гнеденко, Соловьева, Коваленко, Каштанова, Беляева. При надежностном подходе в качестве целевой функции выступают вероятности опустошения и/или переполнения, средний размер дефицита. В 1970-е гг., в связи с развитием средств вычислительной техники и ростом популярности вычислительных систем, возникла идея использовать их возможности для планирования деятельности предприятия, в том числе для планирования производственных процессов. В это время возрождается интерес к детерминированным моделям теории запасов, исследования перемещаются в область централизованного планирования производственных процессов, запасов сырья и полуфабрикатов. Если раньше речь шла о наиболее рациональном выборе уровня запасов, то теперь доминирует желание иметь их как можно меньше. С середины 70-х гг. прошлого века развиваются концепции MRP (Material Resource Planning – планирование потребности в материалах, планирование производства), и JIT (just-in-time – "точно вовремя").

Модели управления запасами заложили основы синтеза наук: математической экономики и теории управления, внеся в первую динамические и вероятностные представления, а во вторую – экономические. Управление запасами выступает обычно в роли потребителя результатов таких научных дисциплин, как экономика и экономическая статистика, используя в качестве исходной информации данные о структуре и параметрах критериев оптимальности, а также методики оценки экономической эффективности автоматизации управления запасами, вырабатываемые этими дисциплинами.

В настоящее время теория управления запасами использует достижения такой современной науковедческой дисциплины, как общая теория систем, методологическим аспектом которой является системный подход.

Первоосновы теории управления запасами были заложены в трудах таких зарубежных исследователей, как Ф. Харрис (1915), К. Стефаник-Алмейер (1927), К. Андлер (1929) и Р. Уилсон (1934). С именем последнего связывают формулу для расчета оптимального размера заказа по критерию минимизации совокупных затрат на хранение продукции и повторение заказа, получившую всемирную известность.

Исследованиями в области управления цепью поставок занимались такие ученые, как В.И. Сергеев, Д.Дж. Бауэрсокс, Д.Дж. Клосс, Д. Уотерс. Различные аспекты управления материальными запасами рассматриваются в работах Ю.И. Рыжико-

ва, М.И. Ледина, Ю.А. Беляева, Н.Н. Голдобиной, Т.Н. Первозванской, С.Р. Микитьянца, А.П. Вожжова, Е.А. Мельниковой, Н.Д. Фасоляк, С.Н. Колесникова, А.Р. Радионова. Общим вопросам логистики, логистического менеджмента и управления закупками посвящены работы А.М. Зевакова, Б.А. Аникина, Х. Фирона, М. Линдерса, О.Д. Проценко, А.М. Гаджинского, В.А. Козловского, А.А. Колобова, Ю.М. Неруша, В.В. Петрова, О.Г. Туровца, А.П. Тяпухина, В.В. Дыбской. Вопросы эволюции моделей и методов теории логистики, системного анализа получили дальнейшее развитие в трудах В.С. Лукинского, Л.Б. Миротина, Дж. Хедли, Г.И. Феклисова, Б.А. Геронимуса, Б.М. Кудрявцева. Исследования Д.И. Голенко, К.В. Инютиной, Е.А. Хруцкого посвящены планированию, организации и оптимизации в области управления запасами.

Указанными авторами разработан ряд методов и моделей управления запасами, предназначенных для предприятий и ресурсов различного характера. Однако, теория управления запасами нуждается в дополнениях, связанных с вопросами улучшения функционирования крупных торговых предприятий, имеющих сетевую структуру. Для таких торговых предприятий, использующих значительную номенклатуру товара и имеющих большое число поставщиков, необходима конкретизированная модель управления запасами, учитывающая современные аспекты информатизации.

1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ В ЛОГИСТИКЕ

Основная задача логистики состоит в совершенствовании управления товародвижением на всех уровнях предприятия, создании эффективной системы контроля и регулирования товарных потоков и соответствующих им потоков информации. Информационный поток – совокупность логистических операций, циркулирующих между логистической системой и внешней средой сообщений, необходимых для управления и контроля [24]. Логистическая система – адаптивная система с обратной связью [25], выполняющая те или иные логистические функции и логистические операции, состоящая, как правило, из нескольких подсистем и имеющая развитые связи с внешней средой. Логистическая операция – это обособленная совокупность действий, направленная на преобразование материального и информационного потока (складирование, транспортировка, комплектация, погрузка, разгрузка, внутреннее перемещение: сбор, хранение и обработка данных и т.д.).

Известен ряд определений термина "логистика". Например, в [3], логистика – это "наука о планировании, организации, управлении и контроле движения материальных и информационных потоков в пространстве и во времени от их первичного источника до конечного потребителя". В [4] приводится определение логистики как "совокупности различных видов деятельности с целью получения с наименьшими затратами необходимого количества продукции в установленное время и в установленном месте". Логистика – наука об управлении, где выделяют субъект управления и объект управления. Субъект управления принимает решения, организует их выполнение и контроль. Объект управления – логистическая цепь, по которой проходят товарный и информационный поток от поставщика до потребителя. По [5], логистическая цепь – это линейно упорядоченное множество участников логистического процесса, осуществляющих логистические операции по доведению внешнего материального потока от одной логистической системы до другой. Схема логистической цепи приведена на рис. 1, где T_i – множество транспортно-экспедиционных предприятий, предоставляющих услуги по доставке товаров; D_j – множество оптовых и розничных посредников.

Важной задачей логистики является сокращение запасов во всех звеньях логистической цепи при росте уровня обслуживания клиентов и сокращении дефицита товаров. Задачей логистики запасов как отрасли предмета логистики является сокращение затрат по заказу, хранению и дефициту товара.

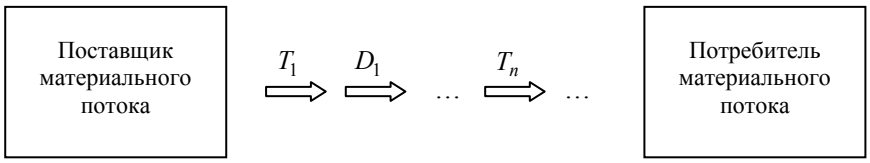

Рис. 1. Схема логистической цепи

Логистическое управление направлено на оптимизацию запасов во всех звеньях логистической цепи. Оптимальные уровни запасов обеспечивают максимальные уровни обслуживания при минимальных инвестициях в запасы, минимальных затратах по заказу и транспортировке товарных ресурсов.

Центральное место в логистике занимает управление процессами товародвижения. Для изучения этих аспектов применяется процессно-ориентированный подход.

Для решения логистических задач используется линейное программирование, теория очередей, имитационное моделирование, экспертные оценки, теория управления запасами, сетевые модели, теория оптимального управления, методы прогнозирования спроса.

Логистику можно разделить на макро- и микрологистику. Макрологистика решает вопросы, связанные с анализом рынка поставщиков и потребителей. Микрологистика решает локальные вопросы в рамках отдельных предприятий. В монографии рассматриваются вопросы микрологистики. Это связано с движением материальных потоков на уровне предприятия. На этом уровне предприятия запасы относятся к числу объектов, требующих больших капиталовложений, и поэтому представляют собой один из факторов, определяющих политику предприятия.

Запасы служат для того, чтобы ослабить взаимозависимость продавца от покупателя, и наоборот. Они представляют собой одну из форм проявления материальных потоков.

С позиции логистики, товарные запасы – это материальные потоки, которые вышли из сферы производства, но еще не поступили в сферу потребления.

Часть общей логистической системы, обеспечивающая рационализацию процесса фактического продвижения продукции к потребителю, относится к распределительной логистике. В распределительной логистике проблематика управления товарными запасами предполагает постановку ряда задач, решение которых осуществляется как на макроуровне, так и на микроуровне: качественный учет, поиск оптимальных параметров управления, регулярная и всесторонняя оценка процесса, выбор оптимальной стратегии управления и т.д.

Товарные запасы можно условно разделить по их назначению и виду. По назначению товарные запасы в распределительной логистике подразделяются на две категории: товарные запасы средств производства и товарные запасы предметов потребления. По виду запасы можно разделить на следующие категории: производственные, товарные, текущие, подготовительные, переходящие, сезонные, страховые (гарантийные).

Управление запасами – это функциональная деятельность, цель которой – довести запасы до минимума при условии удовлетворительного обслуживания клиентов (потребителей) [6].

Запасы и финансовые ресурсы могут также рассматриваться как взаимозаменяемые факторы. Отсюда следует, что запасы создаются, когда они обеспечивают более высокую рентабельность по сравнению с теми случаями, когда капитал используется альтернативным способом.

Эрроу Кеннет [7], рассматривая создание запасов, выделил три мотива, побуждающих к хранению денежной наличности, которые связаны с кейнсианским анализом [8] потребности в деньгах: "отдельное лицо или предприятие будет иметь наличные деньги даже в том случае, если их можно вложить и получать проценты". Предприниматель будет создавать товарные запасы вместо помещения капитала, омертвленного в этих запасах в следующих случаях: 1) необходимость совершения торговых операций; 2) предосторожность; 3) спекуляция.

Причины, побуждающие к созданию запасов, как правило, можно отнести к одному из трех рассмотренных мотивов.

Цель управления запасами – обеспечение бесперебойного производства и поставки продукции в нужном количестве и в установленные сроки и достижение на основе этого полной реализации выпуска при минимальных расходах на содержание запасов, нахождение оптимального соотношения между издержками и выгодами.

Таким образом, логистика запасов играет ключевую роль, как в системе управления отдельной организации, так и в экономике предприятия в целом. Обеспечение единого и непрерывного процесса снабжения всех стадий производственного процесса необходимыми запасами в оптимальном количестве и заданного качества – важнейшая составляющая часть логистики, обеспечивающая эффективное функционирование предприятий и экономики регионов.

Проблематика управления запасами

При функционировании большинства торгово-закупочных предприятий существуют проблемы управления запасами. Основной причиной, по которой предприятие хранит запасы, состоит в необходимости удовлетворения спроса. С одной стороны, излишки запасов могут быть причиной убытков предприятия, а, с другой стороны, – недостаточный уровень запасов ведет к потере прибыли. Ставится следующая задача управления запасами: максимизировать прибыль торгово-закупочного предприятия путем уменьшения издержек и увеличения оперативности принятия решения.

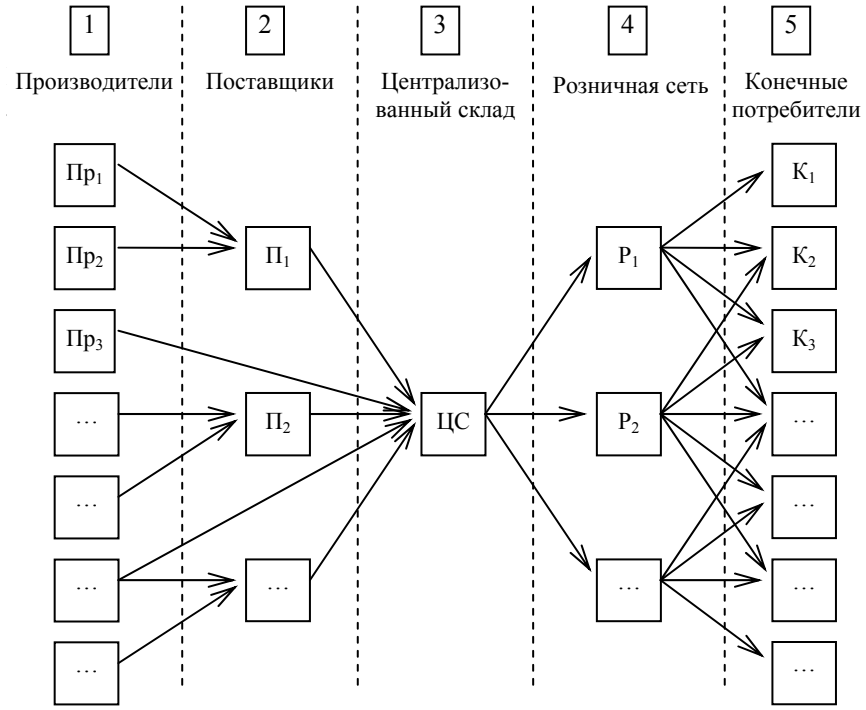

Рис. 2. Стадии движения товара от производителя к потребителю:
1 – на рынке представлено множество производителей $Пр_i$, предлагающих свой товар крупным оптом; 2 – товар от производителей $Пр_i$ попадает к поставщикам $П_i$, которые предлагают тот же товар, но уже меньшими партиями и по более высокой цене по сравнению с производителями; 3 – товар попадает на склад ЦС либо от поставщиков $П_i$, либо напрямую от производителей $Пр_i$; 4 – товар со склада ЦС распределяется по розничной сети $Р_i$ еще меньшими партиями по сравнению с объемами поступлений; 5 – товар попадает к конечному потребителю $К_i$ через розничную сеть $Р_i$

Типичная схема цепочки движения товара от производителя к потребителю представлена на рис. 2.

В общем случае центральный склад может быть представлен разветвленной системой складов, имеющей ту или иную типичную структуру (линейную, эшелонированную и др. (рис. 3)). В частном случае возможны ситуации, когда розничная сеть не участвует в торговле, весь склад может работать на одну розничную точку и др.

Отметим, что большинство производителей могут находиться территориально удаленно от склада. В этом случае возможна альтернатива, (табл. 1). Если и производитель, и поставщик находятся территориально близко друг от друга, то срок доставки товара в большинстве случаев у них одинаковый, следовательно, срок доставки не оказывает влияния на выбор торговым предприятием конкретного поставщика.

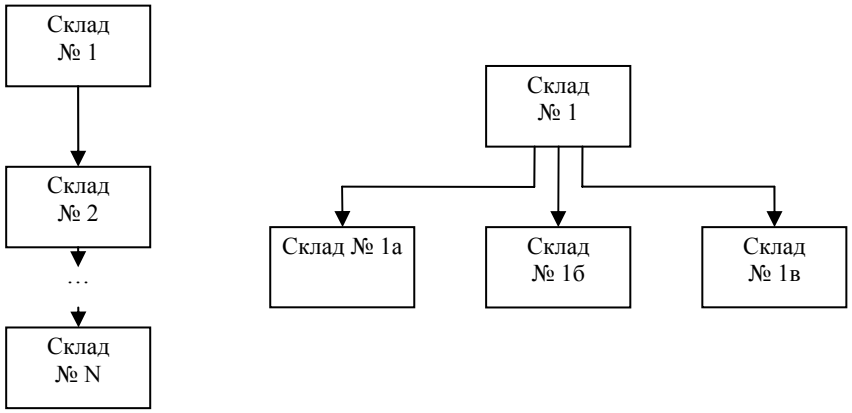

Рис. 3. Примеры структур складов

Таблица 1

Альтернатива	Преимущества	Недостатки
Вариант 1: заказ определенного товара напрямую у производителя	Низкая цена	Большой объем заказа Большой срок доставки
Вариант 2: заказ того же товара у поставщика, имеющего некоторый запас товара указанного производителя	Меньший объем заказа Меньший срок доставки	Высокая цена

В условиях рыночной экономики существует множество производителей и предлагается многообразие товаров. Каждый конкретный поставщик может иметь свои условия выполнения заказов на поставку товаров, такие, как минимальный объем партии, стоимость размещения заказа, срок выполнения заявок. Под стоимостью подачи заказа подразумеваются постоянные расходы, связанные с его размещением [38], например: стоимость запуска производства товара, стоимость доставки товара и др. Обычно считается, что стоимость подачи заказа постоянна и не зависит от объема заказа.

Один и тот же товар может предлагаться несколькими поставщиками. В этом случае тип отношения "товар–поставщик" классифицируется как "многие ко многим" [32] (рис. 4). Случай трех поставщиков представлен в виде диаграммы Венна (рис. 5). Диаграммы Венна (круги Эйлера) используют для наглядной геометрической иллюстрации отношений между понятиями [37].

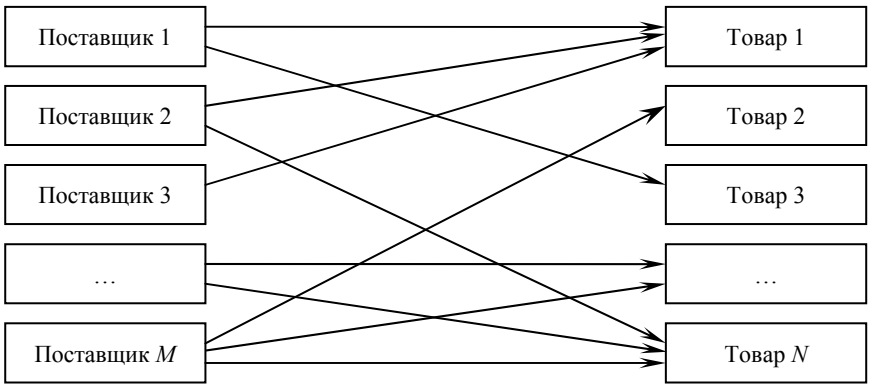

Рис. 4. Схема предложений товаров поставщиками

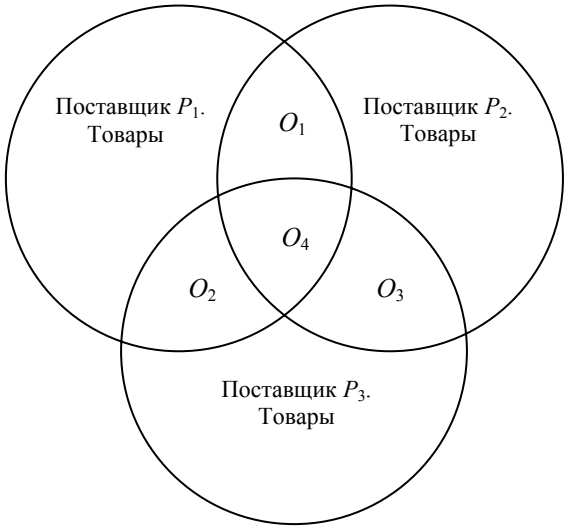

Рис. 5. Диаграмма Венна предложений товара

В примере, представленном на рис. 5, в результате пересечения товарных позиций трех поставщиков P_1, P_2 и P_3 получаются четыре области:

$$O_1 = P_1 \cap P_2,\ O_2 = P_1 \cap P_3,\ O_3 = P_2 \cap P_3,\ O_4 = P_1 \cap P_2 \cap P_3,$$
$$O_4 \subset O_1,\ O_4 \subset O_2,\ O_4 \subset O_3,$$

где $P_i \cap P_j$ – товарные позиции, предлагаемые как поставщиком P_i, так и поставщиком P_j.

Область O_1 представляет собой товарные позиции, предлагаемые поставщиками P_1 и P_2, O_2 – поставщиками P_1 и P_3, O_3 – поставщиками P_2 и P_3, O_4 – всеми поставщиками: P_1, P_2 и P_3.

Простейший случай управления запасами характеризуется тем, что предприятие хранит один продукт на единственном складе. Спрос постоянен, а доставка следующей партии для пополнения запаса осуществляется без задержек. Этот идеализированный случай описывается "основной моделью управления запасами" [12].

Анализ различных предприятий показывает, что относительно небольшое количество клиентов и товаров из общего количества приносит наиболее существенные суммы продаж [16].

В настоящее время для управления запасами широко используют методику ABC-анализа [21]. В его основе лежит принцип Парето. Вильфредо Парето, известный итальянский экономист XIX в., обратил внимание на то, что большая часть богатства принадлежит меньшей части населения, и сформулировал "правило 20×80": 20 % всех клиентов дают 80 % прибыли, 20 % всех товаров дают 80 % оборота.

По отношению к ABC-анализу принцип Парето может звучать так: надежный контроль 20 % позиций позволяет на 80 % контролировать систему, будь то запасы сырья и комплектующих, либо продуктовый ряд предприятия, либо его клиентура и т.п.

Метод ABC-анализа – средство классификации и ранжирования ресурсов по ряду параметров (стоимости, объему, массе и др.), значимость которых определяется поставленной целью анализа и спецификой предпринимательской деятельности фирмы. Результат ABC-анализа – группировка ресурсов по трем категориям (рис. 6):

- категория A (10…20 %) составлена из ограниченного количества наиболее ценных видов ресурсов, требующих тщательного планирования, постоянного (возможно, даже ежедневного), скрупулезного учета и контроля; ресурсы этой группы – основные в бизнесе фирмы (75…80 % оборотного капитала);
- категория B (20…40 %) составлена из тех видов ресурсов, которые в меньшей степени важны для компании и требуют обычного контроля, налаженного учета, возможно, ежемесячного (15…20 % оборотного капитала);
- категория C (40…70 %) включает в себя широкий ассортимент оставшихся малоценных ресурсов, характеризующихся упрощенными методами планирования, учета и контроля (5…15 % оборотного капитала).

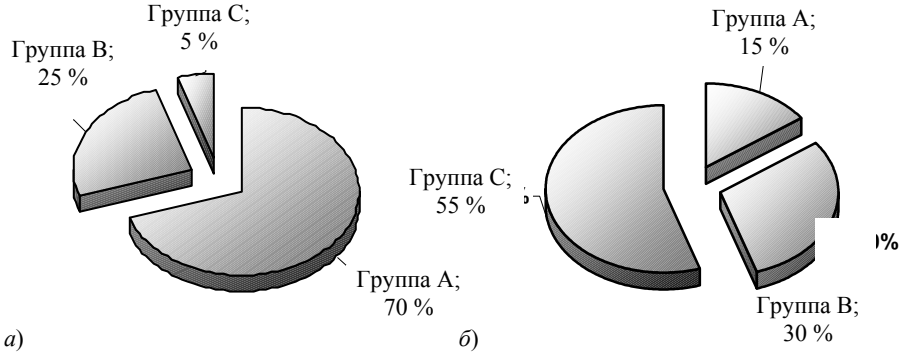

Рис. 6. Типичное соотношение в ABC-анализе:
а – оборотного капитала; *б* – числа элементов в группе

Наибольший эффект наблюдается в случае совместного применения ABC-анализа с XYZ-анализом, позволяющим классифицировать запасы по характеру их потребления и точности прогнозирования изменений потребности в них, что особенно важно для торговых фирм [21]. Результат XYZ-анализа – группировка ресурсов по трем категориям: категория X – ресурсы характеризуются стабильной величиной потребления, незначительными колебаниями в их расходе и высокой точностью прогноза; категория Y – ресурсы характеризуются известными тенденциями определения потребности в них (например, сезонными колебаниями) и "средними" возможностями их прогнозирования; категория Z – потребление ресурсов нерегулярно, какие-либо тенденции отсутствуют, точность прогнозирования невысока.

В табл. 2 демонстрируется совместное использование классификаций ресурсов по обеим методикам. В этой таблице можно видеть, что группировка "AX" дает максимальные точность и контроль над потребностями в ресурсах, а для группировки CZ – наоборот, ожидается минимум.

ABC-анализ продаж предоставляет инструментарий оперативного управления, используемый для определения стратегических клиентов, поставщиков, товаров, товарных групп и других аналитических измерений с целью дальнейшего анализа, мониторинга и разработки эффективных экономических мероприятий. Он основан на разделении анализируемых данных по удельному весу показателя продаж (на единицу ресурса за определенный период).

Помимо ABC-анализа применяют также частотный анализ, позволяющий определить запасы, которые, возможно, не приносят большой прибыли и/или не входят в число наиболее дорогих, потребность в них может быть частой, но небольшой по количеству. По таким позициям тоже целесообразно иметь некоторый запас, например, для того, чтобы удерживать постоянных покупателей или обеспечивать бесперебойную работу производства.

2. Совмещение результатов ABC/XYZ анализа

Группировка	X	Y	Z
A	AX	AY	AZ
B	BX	BY	BZ
C	CX	CY	CZ

Уменьшение контроля потребностей в ресурсах

Уменьшение точности прогнозирования

Для исследуемого предприятия предлагается модель управления запасами совокупности товаров. Эта совокупность[1] представлена группой A, выявленной в ходе ABC/XYZ-анализа торгового предприятия.

Традиционно решают две отдельные, самостоятельные задачи:

1) определение момента пополнения запаса и объема этого пополнения;
2) выбор поставщика и осуществление выполнения заказа.

Эти задачи являются, соответственно, прерогативами логистики запасов и логистики закупок. На большинстве предприятий выполнением перечисленных задач, как правило, занимаются различные подразделения. Соответственно, их функционирование может привести к конфликтным ситуациям. Целью логистики запасов является минимизация издержек и сокращение запасов, целью логистики закупок – сокращение удельной стоимости заказа, которое сопряжено с увеличением объема заказа. В одном случае имеется тенденция к снижению объема запасов, в другом – к увеличению. В данном исследовании указанные задачи логистики объединяются в единое целое.

Сущность управления запасами состоит в периодическом размещении и получении заказов заданного объема. Эти операции выполняются многократно в определенные моменты времени. Оптимальная стратегия управления запасами должна ответить на кардинальные вопросы: сколько запасов надо заказывать и когда это делать с наибольшей выгодой для предприятия и потребителя?

Ответ на первый вопрос позволяет определить экономичный объем заказа путем минимизации "функции затрат" [38]. Ее состав поясняется на рис. 7.

Затраты, вычисляемые по схеме, показанной на рис. 7, представляют собой сложную функцию, первичным аргументом которой является объем запаса. Все стоимости, показанные на рис. 7, должны быть выражены, в свою очередь, как функции искомого объема заказа и интервала времени между заказами.

Рис. 7. Состав функции затрат

Рассмотрим состав функции затрат, показанных на рисунке.

1. Затраты на пополнение определяются стоимостью единицы приобретаемой продукции (хранимого запаса). Эта стоимость может быть постоянной или со скидкой, которая зависит от объема заказа.

[1] Указанная совокупность товаров может быть расширена путем добавления в нее результатов, полученных в ходе частотного анализа.

2. Затраты на оформление заказа представляют собой постоянные расходы, связанные с его размещением (для изготовления продукции) на других производствах. Эти затраты не зависят от объема заказа.

3. Затраты на хранение запаса представляют собой затраты на содержание запаса на складе. Этот вид затрат включает как процент на инвестированный капитал, так и стоимость хранения, содержания и ухода.

4. Потери от дефицита запаса – это расходы, обусловленные отсутствием запаса необходимой продукции. Они состоят как из потенциальной потери прибыли, так и уменьшения уровня доверия клиентов, выраженного в числовом виде.

Ответ на второй вопрос "когда заказывать?" зависит от типа системы управления запасами. Если существующая система управления запасами предусматривает периодический контроль состояния запаса (например, каждую неделю или месяц), момент поступления нового заказа совпадает с началом периода. Если же в системе предусмотрен непрерывный контроль состояния запаса, новые заказы размещаются тогда, когда уровень запаса опускается до заранее определенного значения, называемого точкой возобновления заказа [9, 12, 38].

Рассматриваемая в исследовании задача управления запасами относится к классу задач оперативно-календарного планирования. Для этого случая корректно использовать стохастические модели, которые были выбраны также по той причине, что мы не может не учитывать случайную природу спроса. Стохастические модели управления запасами наиболее полно учитывают проявления случайных факторов в характере спроса. Применение детерминированных моделей управления запасами для случайного спроса в общем случае не позволяет учесть важных характеристик спроса, что отрицательно сказывается на результатах. Исключением является случай с достаточно большим периодом времени, в течение которого устоявшийся или известный тренд спроса можно считать определенным. Такие задачи относятся к классу стратегического планирования.

В стохастических моделях управления запасами используют математическое ожидание затрат, являющихся случайной величиной. Рассмотрим несколько вариантов моделей управления запасами. Самые простые из них – однопродуктовые. Далее по тексту используются следующие обозначения: c – стоимость закупки (или производства) единицы ресурса; x – запас ресурса перед размещением заказа; y – объем запаса; D – случайная величина спроса, относится к одному виду ресурса; размерность x, y и D одинаковая; $f(D)$ – плотность распределения случайной величины спроса D; $C(y)$ – функция затрат, зависит от первоначального запаса y.

Наиболее типичный унимодальный вид непрерывной функции плотности распределения спроса представлен на рис. 8. Площадь под кривой равна единице.

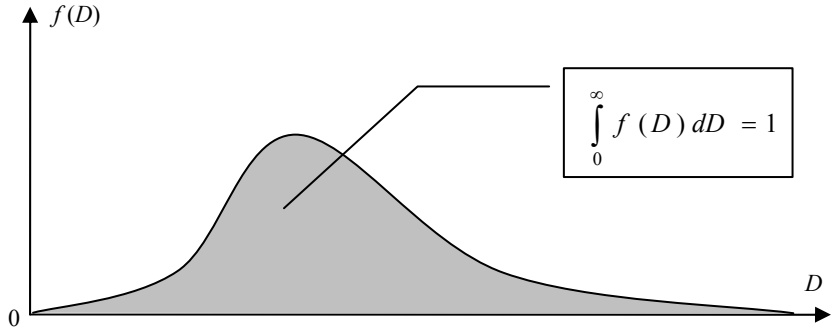

Рис. 8. Наиболее типичный вид непрерывной функции плотности распределения спроса

Графическое представление дискретного случая функции плотности распределения спроса имеет следующий вид, представленный на рис. 9.

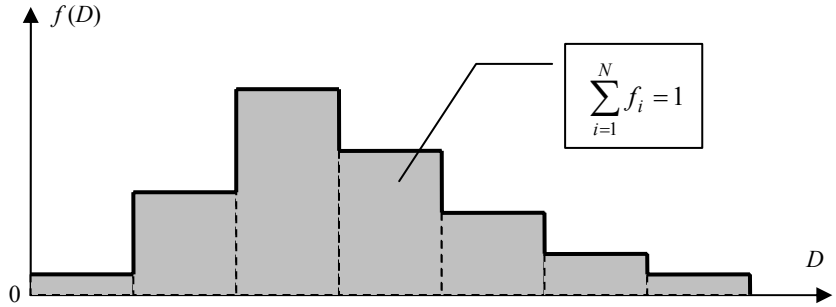

Рис. 9. Наиболее типичный вид дискретной функции плотности распределения спроса

2. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ В ТОРГОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ НА ПРИМЕРЕ АПТЕЧНЫХ СЕТЕЙ

При функционировании большинства торгово-закупочных предприятий могут возникать проблемы управления запасами. Основной причиной, по которой предприятие хранит запасы, состоит в необходимости удовлетворения непредвиденного спроса. Излишний объем запасов не выгоден для предприятия и приводит к дополнительным затратам на их хранение. С другой стороны, недостаточный уровень запасов ведет к недополучению прибыли, которая могла быть получена при удовлетворении увеличившегося спроса. Одной из задач управления запасами является отыскание такого минимального уровня запасов, при котором возможно удовлетворение как можно большего числа заявок на отпуск товара.

Простейший случай управления запасами состоит в следующем: 1) предприятие хранит один продукт на единственном складе; 2) спрос постоянен; 3) доставка следующей партии на пополнение запаса осуществляется без каких-либо задержек. Этот идеализированный случай практически никогда не встречается.

Реальные предприятия зачастую оперируют тысячами единиц номенклатуры, имеют сложную структуру складов. Поставка очередной партии осуществляется не мгновенно, а с определенной задержкой, которая может сильно варьироваться для различных запасов. Спрос не стациона-рный и зависит от множества параметров, таких, как микро- и макроколебания экономической конъюнктуры рынка, рекламы, личных пристрастий клиентов, сезонности и пр.

Решением возникающих проблем в процессе движения товаров занимается логистика. Под логистикой понимается теория и практика управления материальными и информационными потоками в процессе товародвижения [10]. Товародвижение – это процесс физического перемещения товара от производителя в места продажи или потребления. Товародвижение осуществляется через:

- прямые каналы: производитель–потребитель;
- косвенные каналы: производитель–посредник–потребитель.

В цепочке "производитель–посредник–потребитель" аптечные сети занимают промежуточное звено.

Настоящее время характеризуется быстрым развитием аптечных сетей в сфере лекарственного обращения. Эта тема регулярно освещается в публикациях как в профессиональных изданиях, так и в средствах массовой информации. Аптечные сети обсуждаются с разных позиций: с точки зрения органов государственной власти, статистики, бизнеса и т.д. Однако пока нет общепринятого определения понятия, что же такое аптечная сеть.

В докладах государственных чиновников часто под термином "аптечная сеть" фигурируют абсолютно разные явления. Например, так называют всю систему предприятий, занимающихся розничной торговлей лекарственными средствами и изделиями медицинского назначения. В отчетах местных органов исполнительной власти под аптечной сетью понимается и рассматривается система муниципальных предприятий. В этом случае аптечная сеть России как система обеспечения населения лекарственными препаратами и изделиями медицинского назначения представлена более 65 тыс. аптечных предприятий (аптек, киосков, пунктов, магазинов). Ежегодный темп прироста числа аптек, по данным Минздрава России, составляет 12…17 %.

Понятие аптечной сети

Нередко аптечными сетями называют различные совокупности аптечных предприятий – и общественные объединения аптечных организаций, и отдельные аптеки, работающие с одним из дистрибьюторов, и собственно аптечные сети.

Под аптечной сетью понимают совокупность аптечных организаций, занимающихся розничной торговлей лекарственными средствами, изделиями медицинского назначения и товарами сопутствующего ассортимента с единым товарно-финансовым потоком, с централизованной системой управления, единой маркетинговой стратегией, единым имиджем (который включает в себя и фирменный стиль, и унифицированный подход к обслуживанию посетителей). Таким образом, можно сказать, что советская система государственных аптек по сути являлась сетевой. И если эта единая государственная аптечная сеть была естественным инструментом централизованной системы лекарственного обеспечения в СССР, то аптечные сети в наше время являются частным бизнесом в современных условиях рыночной конкуренции.

По статистическим данным компании RMBC ("Розничный аудит ГЛС в РФ") был проведен анализ структуры распределения количества головных предприятий в зависимости от числа принадлежащих им торговых точек. Исходя из данных анализа, можно сделать вывод о том, что в настоящее время преобладают малые аптечные сети (до 5 торговых точек). Увеличение количества торговых точек в крупных городах и регионах происходит также и за счет бурного развития малых сетей. Условное разделение аптечных сетей представлено в табл. 3.

Для достижения однородности результатов, из анализа были исключены аптечные сети Москвы и Санкт-Петербурга, имеющие, в силу разницы в доходах населения, ярко выраженную специфику, не характерную для остальных регионов России.

3. Условное разделение аптечных сетей по количеству торговых точек

№	Аптечные сети	Количество торговых точек
1	Мелкие	до 5
2	Средние	6 – 10
3	Крупные	11 – 25
4	Мегасети	более 25

Наибольшее число сетей отмечается в классе "мелкие" (с числом точек до 5) – их общее количество в регионах более 80. Следующий класс – "средние" – представлен примерно 35 сетями. Самый малочисленный класс – это крупные аптечные сети (11 – 25 аптечных организаций), их насчитывается около 30. Количество мегасетей в исследуемых регионах около 25. Причем надо отметить концентрацию мегасетей в крупных городах: Нижний Новгород, Уфа, Самара и др.

Можно предположить, что мегасети являются продуктом "расширения бизнеса" каких-либо предприятий, не специализирующихся на розничной торговле готовыми лекарственными средствами. Данный вопрос очень интересен и требует более внимательного рассмотрения. В настоящий момент проведение более полного анализа структуры розничных сетей России не представляется возможным из-за отсутствия полной и достоверной статистической информации.

Тенденции развития аптечных сетей

В настоящее время в России существуют уже более 100 аптечных сетей, среди которых имеются как мега- и крупные сети, так и средние и мелкие. Например, в Москве крупнейшими являются: аптечная сеть "36,6", "Ригла", "Доктор Столетов", в Самаре – "Вита" и "Имплозия", в Татарстане – "Таттехмедфарм", в Омске – "Лекарства Сибири", в Иркутске – "Авиценна" и т.д. В целом по стране в данный момент преобладает численность мелких аптечных сетей. Однако процессы концентрации капитала в аптечном сегменте, которые начались с Москвы и Санкт-Петербурга, уже охватили крупнейшие регионы России. Есть перспективы развития этого процесса и дальше.

Для региональных аптечных предприятий необходимо оптимизировать торговые и материальные потоки для того, чтобы сократить издержки, увеличив тем самым конкурентные преимущества. Высвободившиеся свободные средства направить на увеличение количества торговых точек, создание единого стиля, повышения уровня обслуживания.

3. СУЩЕСТВУЮЩИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ ТОРГОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Элементы модели управления запасами

Стратегия управления запасами – правила, по которым принимаются решения по установлению времени и размеров заказа на их пополнение. В стратегию управления запасами также включают распределение новой партии по звеньям системы снабжения [9]. Стратегию, минимизирующую издержки, часто выбирают в качестве оптимальной. Можно также выбрать и ту стратегию, которая будет максимизировать прибыль. Отыскание оптимальных стратегий является предметом теории оптимального управления запасами.

Элементами модели управления запасами являются [9]:

- система снабжения;
- спрос на предметы снабжения;
- возможность восполнения запасов;
- функция затрат;
- ограничения;
- стратегия управления запасами.

Система снабжения. Соответствующий вариант определяется спецификой и размещением потребителей и складов. *Изолированным* можно считать любой склад с единственным источником восполнения по каждой номенклатуре при условии, что вероятностью отсутствия запасов у поставщика можно пренебречь.

Если между несколькими такими складами в определенных ситуациях возможен обмен запасами, то это децентрализованная система снабжения.

Спрос на предметы снабжения. *Стационарность* спроса определяется, в первую очередь, условиями работы потребителя. На практике стационарный спрос в течение длительного промежутка времени практически невозможен. *Детерминированность* спроса определяется ролью случайных факторов в процессе потребления материальных средств.

Пополнение запасов. Критерием выбора варианта здесь является ожидаемое значение спроса за время задержки между подачей заявки и выполнением заказа.

Функция затрат (целевая функция) для статической модели представляет собой затраты за период. При осуществлении динамической программы, рассчитанной на небольшое число сравнительно продолжительных периодов, чаще всего применяется взвешенное (дисконтированное) суммирование затрат в отдельные периоды. Приведение обычно делается к нулевому периоду, на который приходятся капиталовложения.

Ограничения обычно задаются руководителем системы при постановке задачи об оптимальном управлении запасами. В особенности это относится к ограничениям, исключающим функцию штрафов. Они классифицируются на ограничения:

- поставщика (минимальный и максимальный размеры заказа, кратность его стандартной партии);
- рынка (уровень обслуживания, стоимостный спрос);
- внутренние (вместимость склада, бюджет).

Наиболее типичны ограничения по вместимости складов, суммарной стоимости запасов и моментам выдачи заказов.

Дискретным представлением спроса пользуются преимущественно при малой интенсивности спроса (малом спросе за планируемый период). При достаточно большом спросе за период применяют более удобное, с точки зрения обычных вычислительных методов, *непрерывное* представление спроса, а дробные результаты округляют до ближайшего целого числа. Важно, чтобы выбор единицы не менялся на всех этапах решения задачи. Возможность округления базируется на малости

производной целевой функции по ее аргументу в окрестности оптимума. При определении страховых запасов, уменьшение которых приводит к быстрому росту суммы штрафов, округление целесообразно проводить в большую сторону.

При решении многопериодных или многономенклатурных задач методами динамического программирования для сокращения объема вычислений, наоборот, проводят дискретизацию спроса.

Стратегии управления запасами обычно выбираются из перечисленных выше простейших, оптимальность которых доказана теорией для весьма широкого круга ситуаций.

Классификация моделей управления запасами

Попытки классифицировать многообразие моделей управления запасами принимались неоднократно. Упрощенно модели управления запасами можно разделить на статические и динамические, детерминированные и стохастические. Представим эту классификацию в виде кругов Эйлера (рис. 10). Пересечение кругов образует следующие классы моделей управления запасами:

- статическая детерминированная модель;
- статическая стохастическая модель;
- динамическая детерминированная модель;
- динамическая стохастическая модель.

Более детальная классификация дана на следующей схеме (рис. 11). Децентрализованная система снабжения – система складов, при которой возможен взаимообмен элементами хранения между складами. При линейной системе снабжения система складов образует цепь (по типу конвейера). Эшелонированная система снабжения характеризуется разветвленной иерархической системой складов.

Рис. 10. Основные виды моделей задачи управления запасами

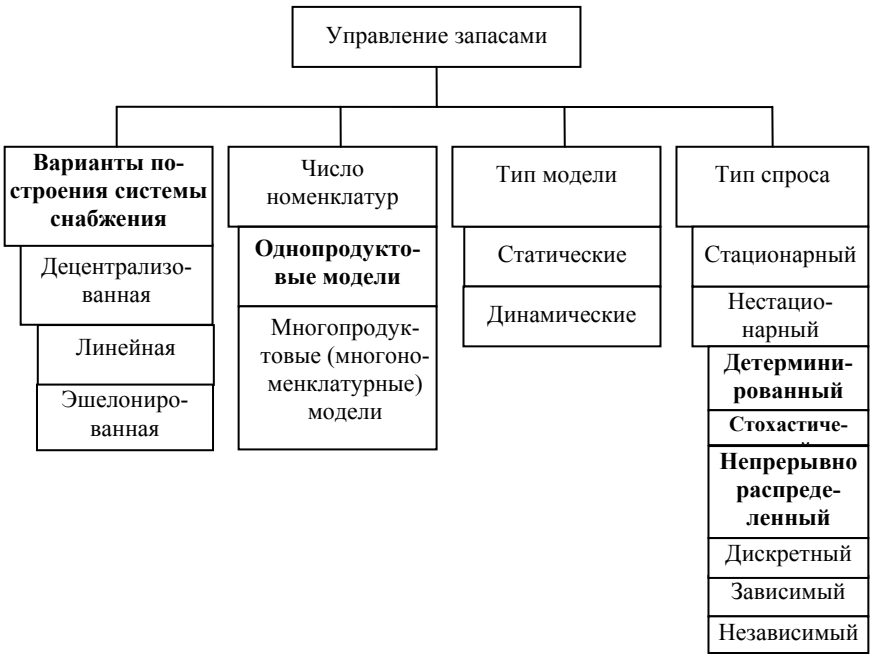

Рис. 11. Классификация моделей управления запасами

Однопродуктовая модель – модель управления запасами, в которой число номенклатур равно единице. В многопродуктовой модели число номенклатур соответственно больше единицы и оптимальная стратегия ищется не для отдельного товара (или группы однотипных товаров), а для всей совокупности номенклатур.

В статической модели параметры модели не меняются во времени. В противном случае модель – динамическая.

Стационарный спрос – спрос, постоянный по величине в исследуемом периоде. Нестационарный спрос – соответственно непостоянный. Нестационарный спрос может быть:

- детерминированным (определяемым в любой момент времени);
- стохастическим (случайным; в этом случае задается его закон распределения);
- непрерывно-распределенным (применяется для удобства вычислений);
- дискретным (часто применяется при решении задач методами динамического программирования);
- зависимым (от потребления прочих товаров);
- независимым (от потребления прочих товаров).

Представим в графическом виде (рис. 12) основные стратегии управления запасами (обозначения взяты из [9]):

- стратегия (T, q) – заказ фиксированного объема партии q через фиксированное время T, не является стратегией управления как таковой, так как здесь отсутствует обратная связь;
- стратегия (t, S) – заказ партии до заданного верхнего уровня S через фиксированное время t;
- стратегия (s, q) – заказ партии фиксированного объема q, при достижении нижнего уровня запаса s;
- стратегия (s, S) – двухбункерная стратегия ("минимум–максимум"), заказ на пополнение до верхнего уровня S выставляется всякий раз, когда уровень запасов падает до s.

Введение ограничений в модель может существенно изменить формулировку задачи управления запасами. В частности, в стохастической модели без ограничений оптимальный запас, обращая в минимум сумму затрат на поставки, хранение и штрафы, автоматически дает наиболее выгодную вероятность недостачи. Ограничение на недостачу полностью определяет сумму штрафа, что позволяет исключить ее из функции затрат и минимизировать только расходы на поставки и хранение. Если расходы на хранение и поставки заданы, то отыскивается стратегия, максимизирующая вероятность обеспечения спроса. Такой вариант особенно часто встречается в многономенклатурных задачах. Необходимо отметить, что область применения теории управления запасами отнюдь не ограничивается складскими операциями. При помощи методов теории управления запасами может быть решен очень широкий круг задач оптимального планирования.

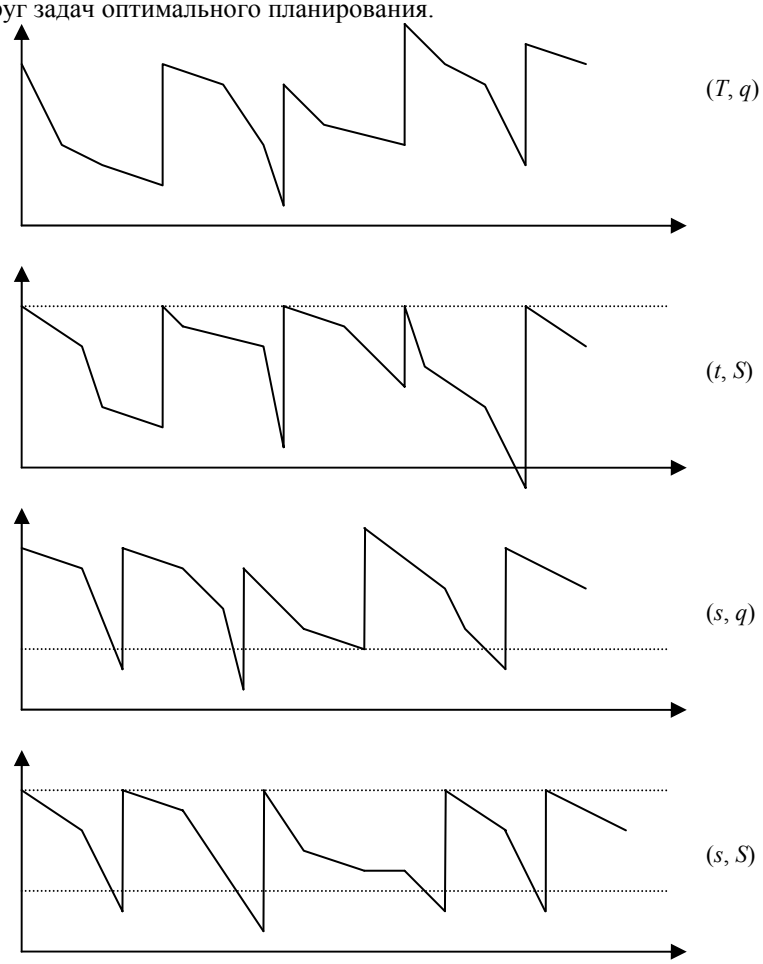

Рис. 12. Основные стратегии управления запасами

Обзор существующих методов и моделей управления запасами

Важными аспектами стратегий управления запасами являются учет задержки поставки и возможных вариаций ее объема (урожай сельскохозяйственной продукции, улов рыбы, поступление воды в водохранилище, ограниченность возможностей вышележащих уровней системы). Реальная задержка лежит в пределах от двух-трех часов до нескольких месяцев и определяется географическими факторами и организацией снабжения.

Иногда заведомо ограничиваются каким-либо естественным классом политик управления, зависящих от небольшого числа параметров. Тогда задача сводится к определению оптимальных значений этих параметров. Обычно она может быть

разделена на две: задача программного управления на основе детерминированной компоненты спроса и задача управления с обратной связью, призванная обеспечить компенсацию его флуктуации. Первая, детерминированная, определяется ценой заказа и средними затратами на хранение. Вторая служит для поддержания страхового уровня, обеспечивающего определенную гарантию удовлетворения спроса.

Стратегии управления запасами обычно выбираются из простейших, оптимальность которых доказана теорией для весьма широкого круга ситуаций.

В истории управлении запасами различают несколько этапов. В частности в [9] указаны следующие вехи:

- экономичный объем заказа;
- однопериодные стохастические задачи;
- стохастические задачи с пороговым уровнем;
- непрерывный контроль уровней;
- задачи обеспечения надежности;
- многономенклатурные модели;
- иерархические системы снабжения;
- имитационное моделирование;
- новые подходы.

Экономичный объем заказа

Пусть функции $A(t)$, $B(t)$ и $R(t)$ выражают соответственно пополнение запасов, их расход и спрос на запасаемый продукт за промежуток времени $[0, t]$. В моделях управления запасами часто используют производные этих функций по времени $a(t)$, $b(t)$, $r(t)$ называемые соответственно *интенсивностями пополнения*, *расхода и спроса*.

Если функции $a(t)$, $b(t)$, $r(t)$ — не случайные величины, то модель управления запасами считается *детерминированной*, если хотя бы одна из них носит случайный характер — *стохастической*. Если все параметры модели не меняются во времени, она называется *статической*, в противном случае — *динамической*. Статические модели используются, когда принимается разовое решение об уровне запасов на определенный период, а динамические — в случае принятия последовательных решений об уровнях запаса или корректировке ранее принятых решений с учетом происходящих изменений.

Уровень запаса в момент t определяется основным уравнением запасов

$$J(t) = J_0 + A(t) - B(t)\,, \qquad (1)$$

где J_0 – начальный запас в момент $t = 0$.

Уравнение (1) чаще используется в интегральной форме:

$$J(t) = J_0 + \int_0^t a(t)dt - \int_0^t b(t)dt\,. \qquad (2)$$

Основная модель УЗ (статическая детерминированная модель без дефицита; модель экономического размера партии EOQ)

Дефицит не допускается, что означает полное удовлетворение спроса на запасаемый продукт, т.е. $r(t) = b(t)$. Общее потребление запасаемого продукта за рассматриваемый интервал времени t равно N. Рассмотрим простейшую модель [12], в которой предполагается, что расходование запаса происходит непрерывно с постоянной интенсивностью, т.е. $b(i) = b = \dfrac{N}{\theta}$, где θ – время, в течение которого расходуется запас.

Пополнение запаса происходит партиями одинакового объема: $a(t) = 0$ при всех t, кроме моментов поставки продукта, когда $a(t) = n$, где n – объем партии. Так как интенсивность расхода равна b, то вся партия будет использована за время $T = \dfrac{n}{b}$ (рис. 13).

Если отсчет времени начать с момента поступления первой партии, то уровень запаса в начальный момент равен объему этой партии n, т.е. $J(0) = n$. Графически уровень запаса в зависимости от времени представлен на рис. 13.

На временном интервале $[0, T]$ уровень запаса уменьшается по прямой $J(t) = n - bt$ от значения n и до нуля. Так как дефицит не допускается, то в момент T уровень запаса мгновенно пополняется до прежнего значения за счет поступления партии заказа. И так процесс изменения $J(t)$ повторяется на каждом временном интервале продолжительностью T.

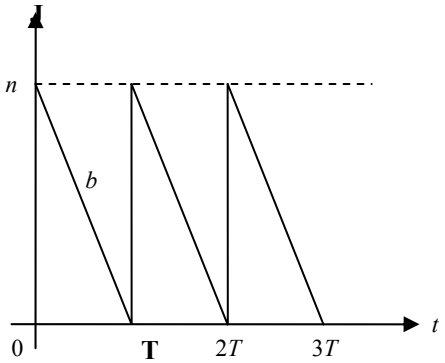

Рис. 13. Диаграмма уровня запасов в основной модели управления запасами

Задача управления запасами состоит в определении такого объема партии n, при котором суммарные затраты на создание и хранение запаса были бы минимальными.

C – суммарные затраты, C_1 – затраты на создание запаса, C_2 – затраты на хранение запаса.

Затраты на доставку одной партии продукта, не зависимые от объема партии, равны c_1, а затраты на хранение одной единицы продукта в единицу времени – c_2.

$$C_1 = c_1 \frac{N}{n}, \qquad (3)$$

$$C_2 = \frac{c_2 \theta n}{2}. \qquad (4)$$

Затраты C_1 обратно пропорциональны, а затраты C_2 прямо пропорциональны объему партии n. Графики функций $C_1(n)$ и $C_2(n)$, а также функции суммарных затрат

$$C = \frac{c_1 N}{n} + \frac{c_2 \theta}{2} n \qquad (5)$$

приведены на рис. 14.

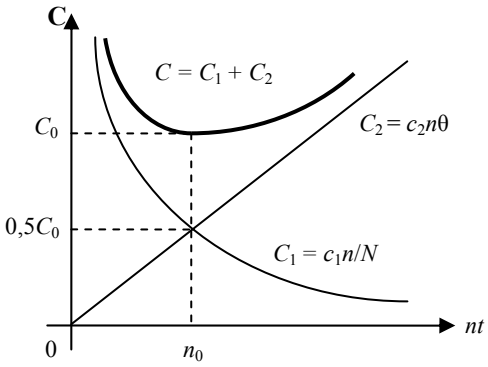

Рис. 14. Графики функции затрат

$$n = n_0 = \sqrt{\frac{2c_1 N}{c_2 \theta}} = \sqrt{\frac{2c_1 b}{c_2}}. \qquad (6)$$

Формула (6), называемая формулой Уилсона или формулой наиболее экономичного объема партии, широко используется в экономике.

Модель Уилсона не является наилучшей моделью из числа имеющихся в настоящее время, в то же время она помогает понять поведение запасов и во многих практических случаях позволяет эффективно регулировать и контролировать уровни запасов.

В некоторых источниках, например [13] формулу (6) называют *формулой оптимального запаса* (EOQ – Economic Order Quantity в англоязычной литературе) или *формулой Харриса*.

Минимум общих затрат задачи управления запасами достигается тогда, когда затраты на создание запаса равны затратам на хранение запаса. При этом минимальные суммарные затраты

$$C_0 = C(n_0) = \frac{2c_1 N}{n}. \qquad (7)$$

Время расхода оптимальной партии равно

$$T_0 = \frac{n_0}{b} = n_0 \frac{\theta}{N} \qquad (8)$$

или

$$T_0 = \sqrt{\frac{2c_1 \theta}{c_2 N}} = \sqrt{\frac{2c_1}{c_2 b}}. \qquad (9)$$

Основная модель с растянутостью процесса поставок во времени

Рассмотрим случай постоянной интенсивности спроса λ и поставок μ. График изменения уровня запаса показан на рис. 15.

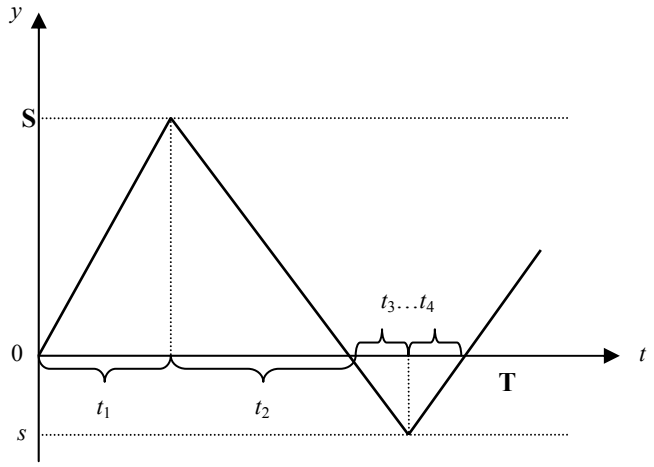

Рис. 15. Динамика запаса при детерминированном спросе

Полный цикл работы системы имеет продолжительность *T*. Предельный запас на складе – *S*. Считая расходы на хранение и на штрафы пропорциональными среднему запасу (дефициту) и времени их существования с коэффициентами *h* и *d* соответственно, получаем (для затрат за цикл) выражение $L_T = g + h\int_0^{t_1+t_2} y(t)\,dt - d\int_{t_1+t_2}^{T} y(t)\,dt$, где *g* – фиксированные расходы, связанные с запуском производства (организацией поставки).

Текущий запас

$$y(t) = \begin{cases} (\mu-\lambda)t & \text{при} \quad 0 \le t \le t_1 \\ S - \lambda(t - t_1) & \text{при} \quad t_1 < t \le t_1 + t_2 + t_3 \\ s + (\mu-\lambda)\,(t - t_1 - t_2 - t_3) & \text{при} \quad t_1 + t_2 + t_3 < t \le T \end{cases}.$$

Оптимальный размер партии и период подачи заказа равны соответственно:

$$S^* = \sqrt{\frac{2\lambda g\,(1-\lambda/\mu)}{h\,(1+h/d)}},$$

$$T^* = \sqrt{\frac{2g\,(1+h/d)}{\lambda h\,(1-\lambda/\mu)}}.$$

При этом достигается минимум затрат в единицу времени

$$L^* = \sqrt{\frac{2\lambda g h\,(1-\lambda/\mu)}{1+h/d}}\,.$$

Модель со скидками на количество (статическая детерминированная модель)

Рассмотрим основную модель с одной особенностью, которая состоит в том, что товар можно поставлять по льготной цене (со скидкой), если размер партии достаточно велик: если размер партии *q* не менее заданного числа q_0, товар поставляется по цене c_0, где $c_0 < c$ [13].

Функция общих издержек *C*(*q*) задается в таком случае следующим образом:

$$C(q) = \begin{cases} cd + \dfrac{sd}{q} + \dfrac{qh}{2}, & \text{если } q < q_0, \\ c_0 d + \dfrac{sd}{q} + \dfrac{qh}{2}, & \text{если } q \ge q_0. \end{cases}$$

Функция *C*(*q*) в точке $q = q_0$ разрывна. Обе функции

$$f(q) = cd + \frac{sd}{q} + \frac{qh}{2}$$

и

$$f_0(q) = c_0 d + \frac{sd}{q} + \frac{qh}{2}$$

имеют минимум в точке, где

$$f'(q) = f_0'(q) = 0,$$

т.е. в точке

$$\overline{q} = \sqrt{\frac{2sd}{h}}\ .$$

Для выяснения вопроса о том, какой размер партии оптимален, следует сравнить значения функции $C(q)$ в точках q и q_0 , и та точка, где функция $C(q)$ принимает меньшее значение, будет оптимальным размером партии q^* в модели поставок со скидкой (см. рис. 16).

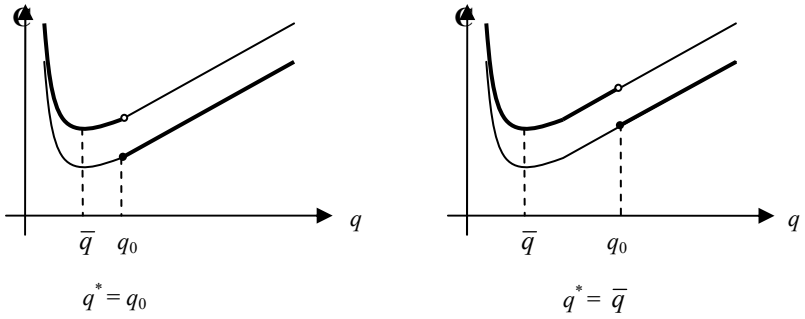

Рис. 16. Функция затрат в модели управления запасами со скидкой на количество

Замечание. Возможна ситуация, когда $C(q) = C(q_0)$. Тогда в качестве q^* используют любое из чисел q и q_0 .

Модель с дефицитом (статическая детерминированная модель с дефицитом)

В основной модели будем полагать наличие *дефицита*. Это означает, что при отсутствии запасаемого продукта, т.е. при $J(t) = 0$ спрос сохраняется с той же интенсивностью $r(t) = b$, но потребление запаса отсутствует – $b(t) = 0$, вследствие чего накапливается дефицит со скоростью b. График изменения уровня запаса в этом случае представлен на рис. 17. Убывание графика ниже оси абсцисс в область отрицательных значений в отличие от графика на рис. 13 характеризует накопление дефицита.

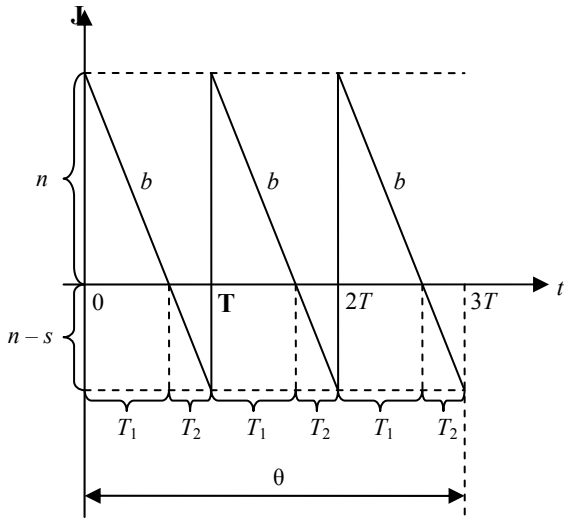

Рис. 17. Уровень запасов в модели управления запасами с дефицитом

Каждый период "пилы" $T = n / b$ разбивается на два временных интервала, т.е. $T = T_1 + T_2$, где T_1 – время, в течение которого производится потребление запаса, T_2 – время, когда запас отсутствует и накапливается дефицит, который будет перекрыт в момент поступления следующей партии.

Необходимость покрытия дефицита приводит к тому, что максимальный уровень запаса s в момент поступления каждой партии меньше на величину дефицита $(n – s)$, накопившегося за время T_2.

Из геометрических соображений легко установить, что

$$T_1 = \frac{s}{n}T, \quad T_2 = \frac{n-s}{n}T. \qquad (10)$$

В данной модели в функцию суммарных затрат C наряду с затратами C_1 (на пополнение запаса) и C_2 (на хранение запаса) необходимо ввести затраты C_3 – штраф из-за дефицита, т.е. общие издержки равны

$$C = C_1 + C_2 + C_3.$$

Затраты C_1, находят по формуле (3). Затраты C_2 при линейном расходе запаса равны затратам на хранение среднего запаса, который за время потребления T_1 равен $sT_1 / 2$; поэтому затраты C_2 составят

$$C_2 = \frac{c_2 s T_1}{2}k = \frac{c_2 s \cdot sT}{2} \cdot \frac{\theta}{T} = \frac{c_2 s^2 \theta}{2n}. \qquad (11)$$

При расчете затрат C_3 считают, что штраф за дефицит составляет в единицу времени c_3 на каждую единицу продукта. Средний уровень дефицита за период T_2 равен $(n - s)T_2 / 2$, штраф за этот период T_2 составит $\frac{1}{2}c_3(n-s)T_2$, а за весь период θ:

$$C_3 = \frac{1}{2}c_3(n-s)T_2 k = \frac{1}{2}c_3(n-s)\frac{n-s}{n}T\frac{\theta}{T} = \frac{c_3\theta(n-s)2}{2n}. \qquad (12)$$

Суммарные затраты равны

$$C = c_1\frac{N}{n} + \frac{c_2\theta s^2}{2n} + \frac{c_3\theta(n-s)^2}{2n}. \qquad (13)$$

При $n = s$ формула (11) совпадает с ранее полученной (7) в модели без дефицита.

Рассматриваемая задача управления запасами сводится к отысканию такого объема партии n и максимального уровня запаса s, при которых функция C (13) принимает минимальное значение. Другими словами, необходимо исследовать функцию двух переменных $C(n, s)$ на экстремум. Приравнивая частные производные $\partial C / \partial n$, $\partial C / \partial s$ к нулю, получим после преобразований систему уравнений:

$$\begin{cases} n^2 c_3 - (c_2 + c_3)s^2 = 2c_1 N / \theta, \\ s = n\dfrac{c_3}{c_2 + c_3}. \end{cases} \qquad (14)$$

Величина

$$\rho = \frac{c_3}{c_2 + c_3} \qquad (15)$$

называется *плотностью убытков из-за неудовлетворенного спроса* и играет важную роль в управлении запасами. Заметим, что $0 < \rho < 1$. Если значение c_3 мало по сравнению с c_2, то величина ρ близка к нулю: когда c_3 значительно превосходит c_2, то ρ близка к 1. Недопустимость дефицита равносильна предположению, что $c_3 = \infty$ или $\rho = 1$.

Решая систему, получаем формулы наиболее экономичного объема партии $\tilde{n}_0$ и максимального уровня запаса s_0 для модели с дефицитом:

$$\tilde{n}_0 = \sqrt{\frac{2c_1 N}{c_2\theta}}\sqrt{\frac{c_1 + c_2}{c_3}} = \sqrt{\frac{2c_1 b}{c_2}}\sqrt{\frac{c_1 + c_2}{c_3}} = \sqrt{\frac{2c_1 b}{c_2\rho}}, \qquad (16)$$

$$\tilde{s}_0 = \sqrt{\frac{2c_1 N}{c_2\theta}}\sqrt{\frac{c_3}{c_2 + c_3}} = \tilde{n}_0\frac{c_3}{c_2 + c_3} = \tilde{n}_0\rho. \qquad (17)$$

Следует учесть, что в силу (15) и (17) $T_1 / T = \tilde{s}_0 / \tilde{n}_0 = \rho$ и $T_2 / T = (\tilde{n}_0 - \tilde{s}_0)/\tilde{n}_0 = 1 - \rho$. Поэтому утверждение о том, что плотность убытков из-за неудовлетворенного спроса равна ρ, означает, что в течение (1 – ρ) 100 % времени от полного периода T запас продукта будет отсутствовать.

Из сравнения формул (16) и (17) следует, что оптимальные объемы партий для задач с дефицитом и без дефицита при одинаковых параметрах связаны соотношением

$$\tilde{n}_0 = \frac{n_0}{\sqrt{\rho}}, \qquad (18)$$

откуда следует, что оптимальный объем партии в задаче с дефицитом всегда больше (в $\frac{1}{\sqrt{\rho}}$ раз), чем в задаче без дефицита.

Детерминированные методы управления запасами, основанные на вычислении экономического объема заказа обладают существенным недостатком. Этот недостаток связан с ограничениями, накладываемыми самим понятием "детерминированный

экономический процесс", а также введением ограничений, связанных с методом вычисления величины экономического объема заказа.

Стохастические модели управления запасами

Рассмотрим *стохастические модели управления запасами*, у которых спрос является *случайным*.

Спрос r за интервал времени T является случайным и задан его закон (ряд) распределения $p(r)$ или плотность вероятностей $\varphi(r)$ (обычно функции $p(r)$ и $\varphi(r)$ оцениваются на основании опытных или статистических данных). Если спрос r ниже уровня запаса s, то приобретение (хранение, продажа) излишка продукта требует дополнительных затрат c_2 на единицу продукта; наоборот, если спрос r выше уровня запаса s, то это приводит к штрафу за дефицит c_3 на единицу продукции.

В качестве функции суммарных затрат, являющейся в стохастических моделях случайной величиной, рассматривают ее среднее значение или математическое ожидание.

В рассматриваемой стохастической модели при дискретном случайном спросе r, имеющем закон распределения $p(r)$, математическое ожидание суммарных затрат имеет вид:

$$C(s) = c_2 \sum_{r=0}^{s} (s-r)\,p(r) + c_3 \sum_{r=s+1}^{\infty} (r-s)\,p(r)\,. \qquad (19)$$

В выражении (19) первое слагаемое учитывает затраты на приобретение (хранение) излишка $(s - r)$ единиц продукта (при $r < s$), а второе слагаемое – штраф за дефицит на $(r - s)$ единиц продукта (при $r > s$).

В случае непрерывного случайного спроса, задаваемого плотностью вероятностей $\varphi(r)$, выражение $C(s)$ принимает вид:

$$C(s) = c_2 \int_0^s (s-r)\varphi(r)dr + c_3 \int_0^s (r-s)\varphi(r)dr\,. \qquad (20)$$

Задача управления запасами состоит в отыскании такого запаса s, при котором математическое ожидание суммарных затрат (19) или (20) принимает минимальное значение.

Доказано, например в [14] или [15], что при дискретном случайном спросе r выражение (20) минимально при запасе s_0, удовлетворяющем неравенствам:

$$F(s_0) < \rho < F(s_0 + 1) \qquad (21)$$

а при непрерывном случайном спросе r выражение (21) минимально при значении s_0, определяемом из уравнения

$$F(s_0) = \rho\,, \qquad (22)$$

где

$$F(s) = p(r < s) \qquad (23)$$

есть функция распределения спроса r, $F(s_0)$ и $F(s_0 + 1)$ – ее значения; p – плотность убытков из-за неудовлетворенного спроса (рис. 18), определяемая по как $p = c_3 / (c_2 + c_3)$.

Оптимальный запас s_0 при непрерывном спросе по данному значению ρ может быть найден и графически (рис. 18).

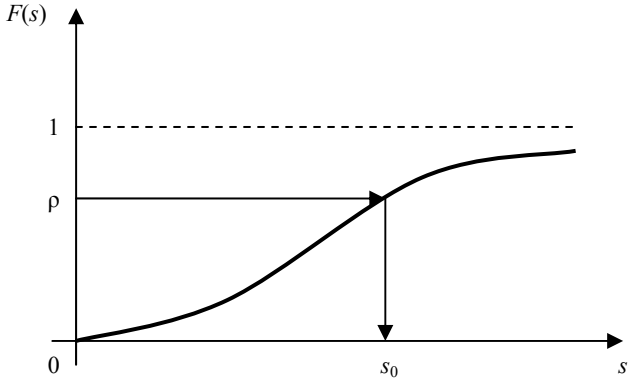

Рис. 18. Графическое решение задачи управления запасами со стохастическим характером спроса

Стохастические модели управления запасами с фиксированным временем задержки поставок

В рассмотренных выше идеализированных моделях управления запасами предполагалось, что пополнение запаса происходит практически мгновенно. Однако в ряде задач *время задержки* поставок может оказаться настолько значительным, что его необходимо учитывать в модели.

Пусть за время задержек поставок θ уже заказаны n партий по одной в каждый из n периодов продолжительностью $T = \theta / n$.

Обозначим: $s_{нз}$ – первоначальный уровень запаса (к началу первого периода); s_i – запас за i-й период; r_i – спрос за i-й период; q_i – пополнение запаса за i-й период.

Тогда к концу n-го периода на склад поступит $\sum_{i=1}^{n} q_i$ единиц продукта, а будет израсходовано $\sum_{i=1}^{n} r_i$ единиц, т.е. $s_n = s - r = s_{нз} + \sum_{i=1}^{n} q_i - \sum_{i=1}^{n} r_i$.

Требуется найти оптимальный объем партии заказа, который необходимо сделать за последний n-й период, предшествующий поступлению сделанного ранее заказа.

Математическое ожидание суммарных затрат в этом случае опреде-ляется по формуле (19), а оптимальный запас s находится по формуле (21), т.е.

$$F(s_0) < \rho < F(s_0 + 1) . \qquad (24)$$

Найдя оптимальный запас s_0 и зная $q_1, q_2, \ldots, q_{n-1}$ можно вычислить q_n

$$q_n = s_0 - \left(s_{нз} + \sum_{i=1}^{n-1} q_i \right). \qquad (25)$$

Стохастические модели управления запасами лучше отображают реальные экономические процессы и, с одной стороны избавлены от недостатков, свойственных детерминированным моделям, а с другой стороны – стохастические модели более сложны в реализации и анализе.

Уровневые системы

Модель с постоянным размером заказа (двухбункерная система) [16] предусматривает пополнение запаса каждый раз на одну и ту же фиксированную величину, причем заказ на нее производится в момент, когда наличие запаса на складе снижается до определенного заданного уровня.

При неравномерном (случайном) спросе моменты заказов возникают через неравные промежутки времени.

Запас условно разделен на два бункера Q1, Q2. Из первого бункера от уровня Q1 + Q2 запас расходуется для удовлетворения потребностей в течение периода между последней поставкой и моментом заказа. Из второго бункера запас Q2 расходуется от момента заказа до момента очередной поставки, т.е. за время выполнения заказа, которое является постоянной величиной. Запас второго бункера должен быть достаточным для удовлетворения спроса за время выполнения заказа и может включать (в случае необходимости) страховой запас.

В модели с постоянной периодичностью заказа заказ повторяется через равные промежутки времени. В момент заказа проверяется наличие запаса на складе, размер заказа равен разности между фиксированным необходимым (максимальным) запасом и его фактическим наличием, т.е. величина заказа является переменной.

В данной модели определению подлежит уровень максимального запаса и период между двумя смежными поставками. Применение данной модели целесообразно при установлении регулярных сроков поставки и возможности запасать продукцию в любом количестве.

Достоинством системы является то, что при ней не нужно вести регулярный (ежедневный) учет наличия запасов на складе, а лишь к моменту, когда подходит время заказа. Это сокращает трудоемкость учета.

По [17] основная модель УЗ – это заказ постоянного количества единиц в заранее определенные моменты времени, т.е. фиксированный заказ в фиксированное время. На практике спрос часто не является постоянным, поэтому основная модель мало приспособлена для практических нужд. Самое простое, что можно сделать, чтобы приблизиться к реальности, – отказаться от одного из двух заявленных условий.

Уровневая система. В начале двадцатого столетия главным правилом в управлении запасами был экономичный размер заказа (EOQ, см. формулу Уилсона). Баланс находился между стоимостью частых повторных заказов и издержками хранения. Эффективность достигается следованием принципу EOQ. Это является рациональным для централизованного склада. На практике это перерастает в уровень повторных заказов или в двойную систему управления запасами, где заказ на пополнение запасов выставлялся всякий раз, когда уровень запасов падает до уровня предварительного заказа. Этот уровень должен устанавливаться таким образом, чтобы иметь достаточно запасов, чтобы покрыть время доставки. Одной из главных проблем этой системы является то, что из-за переменного характера спроса возможен неравномерный характер повторных заказов [18]. В литературе встречается название этой стратегии как стратегия (s, q), например в [9].

Системы периодического пересмотра (циклическая система повторного заказа). Это требует постоянного процесса повторной подачи заказов. Ценой за это является то, что количество в повторном заказе субоптимальное. Однако, график функции общих издержек в окрестности оптимального уровня заказа является весьма пологим, следовательно, относительно нечувствительный к небольшим изменениям количества в заказах. Другое название – стратегия (t, s).

Комбинированная стратегия. На практике уровневую систему часто комбинируют с системой периодического пересмотра. Такие системы часто называют двухуровневыми, системами "минимум–максимум". В литературных источниках также можно встретить эту стратегию как стратегия (s, S). Одним из преимуществ этих систем является то, что они просты для применения и не требуют сложных информационных систем.

Суммируя вышесказанное относительно уровневых систем можно сделать следующие выводы:

1) ориентация на постоянных поставщиков; в системе не предусмотрен факт того, что различные поставщики имеют разные условия выполнения заказов (срок доставки, сумма минимального заказа);
2) система прогнозирования спроса слабо развита или отсутствует вовсе;
3) излишне высокий объем запасов из-за наличия страхового резерва.

Многономенклатурные модели.

На практике количество номенклатур составляет порядка нескольких сотен и даже тысяч единиц, а на крупных предприятиях порядка сотен тысяч. Решать столько однопродуктовых задач нереально по двум причинам:

1) большая размерность задачи;
2) несогласованности времени подачи заказов.

Для устранения первой проблемы вводят ранжирование запасов по определенным признакам и решают задачи меньшей размерности. Самым распространенным способом ранжирования является так называемый ABC-анализ.

Для уменьшения влияния второй причины совмещают моменты заказов. Для каждой номенклатуры период заказа должен быть кратен некоторому базисному периоду. Этим осуществляется совмещение моментов заказов.

Схема ABC (ABC-анализ, XYZ-анализ). При большом числе номенклатур реализация сложных методик управления запасами оказывается невозможной, а стоимость информационной системы может перекрыть возможную экономию. Поэтому в зависимости, главным образом, от затрат на снабжение по каждой номенклатуре их делят на группы, подход к которым осуществляется дифференцированно ("схема ABC").

Первым шагом оптимизации УЗ является ранжировка списка номенклатур в порядке убывания стоимостного спроса. По мнению специалистов, строгая оптимизация должна проводиться лишь по группе *A* из 5…10 % номенклатур, суммарный спрос на которые в стоимостном исчислении составляет до 65 % от общего. Для группы *B* (около 25 % по составу и 30 % по стоимостному спросу) допустимо применение простейших расчетных методов. Для всех остальных (*C*) возобновление запасов организуется из соображений практического удобства или по стабильным нормам. Попавшие сюда дорогостоящие предметы с крайне низким спросом хранятся на складе высшего звена системы снабжения, их запас пополняется при возникновении каждой потребности.

В [19] рассматривается обобщение этого подхода с дополнительным учетом критичности и трудности ликвидации дефицита по каждой номенклатуре: I – критическая, III – безразличная, II – промежуточный случай. Итоговая классификация выглядит следующим образом:

AA – {AI, AII, BI}

BB – {AIII, BII, CI}

CC – {BIII, CII, CIII}

Здесь прослеживается некоторая аналогия с наложением результатов XYZ-анализа на ABC.

В [20] ранжирование списка номенклатур осуществляется следующим образом: к *группе A* относят изделия с большим стоимостным спросом, а также некоторые другие – с учетом дополнительных соображений важности, комплектности, трудности организации поставки. Для продуктов с высоким и низким спросом внутри группы используются разные подходы. Уровень запасов контролируется при каждой операции расхода. Учет штрафов считается предпочтительнее работы с уровнем обслуживания.

В особо сложных случаях для оценки стратегий управления запасами по номенклатурам группы A рекомендуется имитационное моделирование. К таким ситуациям относятся:

- зависимый спрос;
- совместный заказ со скидками;
- эшелонированные системы;
- переходные (нестационарные) режимы работы;
- планирование последовательности обработки;
- агрегированное планирование производства и снабжения.

К планированию управления запасами изделий *группы B* применяются такие методы, как задача газетчика и расчет пороговых стратегий при случайном спросе. Могут рассматриваться задачи с совместными ограничениями (на множители Ла-

гранжа). Множители Лагранжа интерпретируются как цены дефицитного ресурса. При решении задач этого типа рекомендуется всегда выполнять расчет с ослабленными ограничениями – для оценки его влияния на целевую функцию и качество снабжения. Такой расчет может служить основанием для пересмотра ограничений: в меньшую сторону для использования дефицитных ресурсов в других целях, в большую – при выявлении возможности заметного выигрыша ценой незначительного ослабления ограничений.

Для изделий *группы С* решения принимаются по совокупности. Из этой группы могут быть переведены в *В* критически важные, трудно добываемые предметы особого интереса руководства [20]. Информация о спросе регистрируется укрупненно (например, измеряется в коробках). Соответственно может быть сформулировано и правило восполнения: выдавать заказ, когда будет вскрыта последняя коробка.

По группе *С* обычно создают большой страховой запас, так как это обходится недорого. Но спрос должен быть обеспечен в комплекте. Поскольку этих номенклатур очень много, вероятность дефицита, хотя бы по одной, – велика.

Задачу иногда удается расчленить на ряд однопродуктовых. Но в тех случаях, когда допускается совмещение заказов по нескольким номенклатурам (общий поставщик), штрафы исчисляются с учетом обеспечения спроса по группе номенклатур (общий штраф) или же имеются общие ограничения, оптимизация должна проводиться для группы номенклатур, объединяемых одним или несколькими из перечисленных факторов.

Метод ABC связан с широко распространенным в жизни явлением, известным как правило "20 – 80" (20 % усилий определяют 80 % результата) [21]. В логистике это правило проявляется следующим образом:

- 80 % стоимости продукции определяет 20 % входящих в нее компонентов;
- 80 % ежедневного объема продукции производится за 20 % рабочего времени;
- 80 % стоимости запасов дают 20 % наименований хранимых на складе запасов.

Так, при классификации входящих материальных потоков по объему произведенных в год закупок необходимо всю номенклатуру приобретаемых ресурсов расположить в порядке убывания стоимости их годового потребления. Затем в группу *А* относят все наименования в списке, начиная с первого, сумма стоимостей которых составляет 75…80 % от суммарной стоимости всех потребленных за этот период материальных ресурсов. Опыт показывает, что обычно в эту группу попадает 10…20 % всей номенклатуры. К группе *В* относится примерно треть наименований ресурсов, сумма стоимостей которых составляет 10…15 %. Остальные позиции номенклатуры (а это оставшаяся половина ресурсов), суммарная стоимость которых составляет лишь 5…10 %, относятся к группе *С*.

Наибольший эффект дает применение этого метода в комбинации с другим, пока малоизвестным в России XYZ-анализом. Метод XYZ позволяет произвести классификацию тех же ресурсов фирмы, но в зависимости от характера их потребления и точности прогнозирования изменений в их потребности. Группировка ресурсов при проведении XYZ-анализа осуществляется в порядке возрастания коэффициента вариации. При этом к категории X относятся ресурсы, которые характеризуются стабильной величиной потребления, незначительными колебаниями в их расходе и высокой точностью прогноза. Категория Y – это ресурсы, потребность в которых характеризуется известными тенденциями (например сезонными колебаниями) и средними возможностями их прогнозирования. Наконец, ресурсы, относимые к категории Z, потребляются нерегулярно, точность их прогнозирования невысокая. Наложением результатов XYZ-анализа на данные ABC-метода получаем девять групп ресурсов, для каждой из которых менеджеры фирмы должны разработать свои техники управления.

Затем можно проанализировать все производимые фирмой продукты (выходящие материальные потоки) и по их доле в объему продаж, общей массе прибыли и маржинальном доходе получить три списка продуктов группы А. Продукты, входящие во все три списка, и должны представлять собой предмет пристального внимания. В первую очередь и с наибольшей степенью детализации необходимо структурировать бизнес-процессы получения именно этих продуктов.

Эффективно управлять запасами помогает уже упоминавшийся выше *метод ABC*, или "восемьдесят на двадцать", согласно которому 80 % стоимости запасов дают 20 % наиболее дорогих товаров – группа А. К группе В относится треть товаров, которые составляют 15 % стоимости всех ресурсов, а к группе С – оставшаяся половина товаров, удельный вес которых в общих затратах составляет лишь 5 %. В разных источниках процентное отношение может различаться и в каждом конкретном случае оно свое. В некоторых источниках, например в [22], дается следующее соотношение:

А – в 20 % запасов содержится 80 % общей стоимости;

В – 30 % запасов соответствует 15 % общей стоимости;

С – 50 % запасов соответствует оставшимся 5 % общей стоимости.

Многопродуктовая статическая модель с ограничениями на емкость складских помещений. Эта модель предназначена для системы управления запасами, включающей $n > 1$ видов продукции, которая хранится на одном складе ограниченной площади.

Пусть: W – максимально допустимая площадь складского помещения для n видов продукции; w_i – площадь, необходимая для хранения единицы продукции i-го вида; q_i – размер заказа на продукцию i-го вида.

Ограничения на потребность в складском помещении принимают вид

$$\widetilde{W} = \sum_{i=1}^{n} w_i q_i \ .$$

Запас продукции каждого вида пополняется мгновенно и скидки цен отсутствуют. Дефицит не допускается.

Пусть: r_i – интенсивность спроса i-го вида продукции; C_{1i} – затраты на оформление заказа i-го вида продукции; C_{2i} – затраты на хранение единицы продукции в единицу времени для i-го вида продукции.

Общие затраты будут теми же, что и в случае однопродуктовой модели. Таким образом, рассматриваемая задача имеет вид: минимизировать

$$C(q_1,...q_n)=\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{C_{1i}r_i}{q_i}+\frac{C_{2i}q_i}{2}\right)$$

при $\sum_{i=1}^{n} w_i q_i \le W,\ q_i > 0$ для всех i.

Общее решение этой задачи находится методом Лагранжа.

Прежде чем применять этот метод, необходимо установить, действует ли указанное ограничение, проверив выполнимость ограничения на площадь склада для решения.

Приведенные в текущем пункте многопродуктовые модели разделяются на два типа:

1) ранжирование ресурсов по некоторому критерию в группы и определение правил управления отдельной группы;
2) задачи оптимальной комплектации состава запасов.

Для задач первого типа характерно получение решения в укрупненном виде, как в суммовом выражении, так и во временном. К недостаткам следует отнести отсутствие конкретных методик решения задачи управления запасами для отдельных групп и получения консолидированного решения для всех групп ресурсов.

Для задач второго типа к недостаткам относятся следующие моменты:

1) статический характер математической модели;
2) отсутствует выбор поставщиков;
3) не учитывается характер спроса.

Выводы по обзору существующих моделей управления запасами

Анализ существующих моделей управления запасами, проведенный в предыдущем разделе, показал недостаточную исследованность проблематики управления запасами, применительно к функционированию торговых предприятий, чьи поставщики исчисляются сотнями, а ассортимент тысячами позиций. Современная тенденция развития торговых сетей приводит к появлению новых актуальных задач, решение которых классическими методами не всегда приводит к ожидаемому эффекту. Для решения этих задач требуется разработать новые или скорректировать имеющиеся способы решения.

Недостаточная исследованность проблематики управления запасами в новых условиях бурного развития торговых сетей не позволяет в полной мере решить актуальные задачи и проблемы, которые ставит экономическая конъюнктура перед торговыми предприятиями.

В любой задаче управления запасами решаются вопросы выбора размеров и сроков размещения заказов на запасаемую продукцию. Общее решение этой задачи нельзя получить на основе одной модели. В теории управления запасами разработаны самые разнообразные модели, описывающие различные частные случаи. Одним из решающих факторов при разработке модели управления запасами является характер спроса.

В большинстве моделей управления запасами решение задачи осуществляется путем оптимизации функции затрат, включающей затраты на оформление заказов, закупку и хранение продукции, а также потери от дефицита. Потери от дефицита обычно наиболее сложно оценить, так как они могут быть обусловлены такими нематериальными факторами, как, например, ухудшение репутации. Включение в модель затрат на оформление заказа существенно усложняет математическое описание задачи.

Известные модели управления запасами редко точно описывают реальную систему, поэтому решение, получаемое на основе моделей этого класса, следует рассматривать скорее как принципиальные выводы, а не конкретные рекомендации.

Разумеется, обзор рассмотренных выше моделей УЗ не является полным. Например, в обзор не были включены некоторые модели с использованием пороговых значений. Сделано это по причине того, что дальнейшее рассмотрение и классификация моделей сопровождается введением все большего количества параметров, приближающих математические модели к реальной экономической системе. Это, в свою очередь ведет к большей привязке к предметной области и потере абстрактности. Предполагается, что эта грань достигнута, и дальнейшее развитие идей экономического и математического моделирования будет осуществляться с ориентировкой на реальный экономический объект.

4. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ

Проблемы управления запасами возникают, как правило, в большинстве торгово-закупочных предприятий, и это обусловлено многопродуктовостью ассортимента, возможностью размещения одного заказа у нескольких поставщиков с различными условиями поставки, а также вероятностной природой спроса в условиях рыночной экономики. Задача эта, с позиций теории исследования операций [38], относится к классу задач математического программирования [41], а решение подразумевает, с точки зрения экономиста, максимизацию прибыли, оцениваемой функцией, отражающей механизм формирования этого наиважнейшего показателя.

Информационная сущность задачи состоит в преобразовании входной информации, включающей в себя историю спроса и условия поставок товаров различными поставщиками. Результатом этого преобразования является построение оптимального оперативного плана закупок товара с учетом фактического и прогнозируемого спроса. Традиционно поставленную задачу управления запасами решают следующими способами:

1) Для каждой товарной позиции из выбранной категории при достижении определенного минимального порогового уровня выставляется заказ заранее найденного объема, зачастую без учета условий поставок конкретного поставщика. В результате размещается заказ некоторого среднего объема, который может быть не самым лучшим с экономической точки зрения.

2) Для каждой товарной позиции из выбранной категории решается отдельная задача управления запасами. Эта задача для всех поставщиков, предлагающих указанный товар, решается одним из классических методов. Далее выбирается наиболее экономичный вариант. В результате при объединении решаемых задач совокупная задача может быть неосуществима вследствие ограничения суммы размещения заказов на данном этапе.

Субъекты рынка постоянно участвуют в процессе принятия тех или иных решений, и от обоснованности этих решений напрямую зависит экономическая выгода сторон. Принятие управленческих решений происходит либо в условиях *определенности* (субъект, принимающий решение, обладает всей необходимой или даже избыточной информацией для принятия решения), либо *неопределенности* (субъект, принимающий решение, не обладает всей необходимой информацией и это является неизбежным при избытке информационного потенциала субъекта).

Задача принятия решения в условиях неопределенности всегда сложнее, чем в условиях определенности, а результаты ее решения, как правило, сопровождаются риском неоправданных ожиданий в *реальной ситуации*. При наличии риска, подтвержденного статистикой уже полученных и внедренных решений, трудно сформулировать полностью детерминированную задачу, сводящую этот риск к минимуму. Решение задач в условиях неопределенности подразумевает либо игнорирование неопределенности (ей пренебрегают), либо применение специальных методов, относящихся к теории нечетких множеств [42].

Игнорирование неопределенности не означает, что модель является полностью детерминированной, она может быть стохастической, т.е. подчиненной аксиоматике "больших чисел". Отметим также, что следуют различать понятия "неопределенность" и "случайность". Иногда в литературе эти понятия фигурируют как синонимы, что в общем случае неверно [43].

Информация, участвующая в приобретении новых знаний, является именно тем "инструментом", который уменьшает неопределенность в принятии решений, следовательно, надо иметь ее в избытке. Отсутствие достаточной информации приводит к принятию необоснованных решений.

Рассмотрим пример, иллюстрирующий практические аспекты решения задачи управления запасами для случая, когда один товар поставляется двумя производителями. Пусть для каждого поставщика оптимальный объем заказа найден по формуле (21). Диаграмма, показывающая динамику объемов запаса при оформлении заказа у первого поставщика, показана на рис. 19, *а*. По горизонтали откладываются номера периодов, а по вертикали – объем запасов в предположении мгновенной поставки и равномерного расходования запаса. Для второго поставщика аналогичная диаграмма показана на рис. 19, *б*.

Пусть за некоторый период времени τ произведена оценка затрат на пополнение запасов от первого и второго поставщиков и за этот период указанные затраты одинаковы, однако в первом случае требуется размещать меньший заказ пять раз, а во втором больший заказ четыре раза.

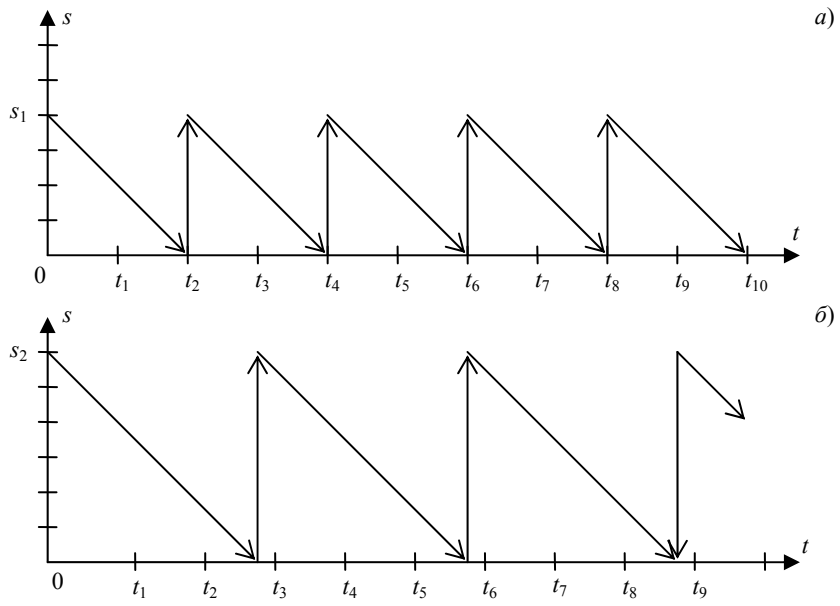

Рис. 19. Диаграммы уровней запасов

Для случая управления многопродуктовыми запасами, как это всегда бывает, средства на закупку сильно ограничены, выбор одного постоянного поставщика может оказаться неосуществимым, невыгодным. Наилучшим вариантом может оказаться размещение заказов по различным поставщикам с некоторым чередованием. Пример диаграммы для варианта чередования заказов представлен на рис. 20.

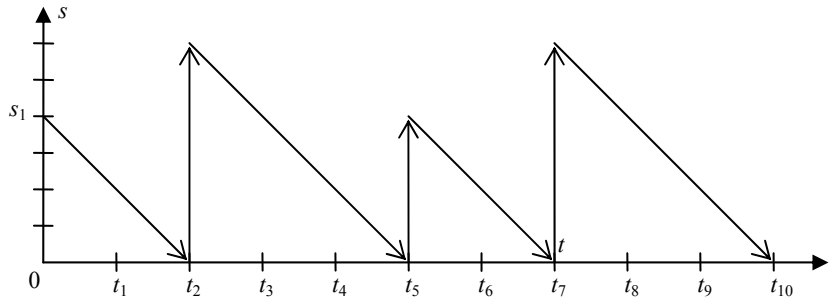

Рис. 20. Диаграмма уровня запасов при чередовании размещения заказа у двух поставщиков

В данном примере сначала заказ размещается у первого поставщика, затем, с учетом сложившихся обстоятельств, прогнозируемого спроса и размера средств на размещение очередного заказа, предприятие выставляет заказ второму поставщику, затем опять первому (свободных средств недостаточно) и т.д.

Если решать данный пример задачи управления запасами по нашей методике, то в результате будет найдена оптимальная комбинация стратегий отношений с двумя поставщиками: когда, какой товар и в каком количестве заказывать у какого поставщика. Далее уместно обобщить основные особенности рассматриваемой задачи, как основу этой методики:

- используется стохастическая модель спроса, отражающая факторы неопределенности, свойственные рынку;
- учитывается стоимость размещения заказа;
- учитывается срок поставки заказа;
- используется многопродуктовая модель управления запасами;
- присутствует возможность выбора поставщиков;
- учитывается штраф за дефицит товара;
- учитывается дисконтирование при удовлетворении отсроченного спроса;
- используется многоэтапная модель (принятие решения осуществляется многократно в течение нескольких периодов);
- учитываются ограничения на финансирование заказов, связанные с историей размещения заказов и объемов продаж.

Перечисленные особенности позволяют сказать, что представленная модель является наиболее полной по сравнению с используемыми моделями управления запасами и позволяет подобрать такую стратегию управления запасами, которая оптимизирует плановую потребность в ресурсах (товарах), приводит к сокращению издержек и, как следствие, к увеличению прибыли.

Управление запасами как класс задач относится к классу задач теории исследования операций. В практике исследования операций подавляющее число моделей в той или иной степени являются абстракциями реальной жизни [38]. Предположения о реальном мире абстрагируются путем определения основных (доминантных) переменных, описывающих поведение

реальных систем. Модель, являясь абстракцией предположений о реальном мире, на языке математических функций описывает поведение не реальных систем, а предположений об их поведений (рис. 21).

Чем большее число значимых факторов будет корректно учтено в процессе построения модели, тем более точным отображением действительности она будет являться. Здесь, однако, следует соблюдать правило

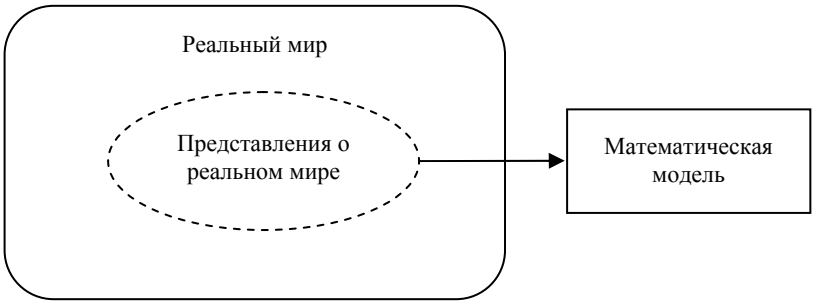

Рис. 21. Уровни абстракций при построении моделей

"золотой середины" – учет слишком большого числа малозначительных факторов усложняет использование и анализ построенной математической модели. В этом случае может возникнуть ситуация, когда цена повышения точности модели превышает полученный эффект от моделирования.

С экономических позиций исследуемая проблема управления запасами относится к классу оперативно-календарного планирования, что требует повышения точности решения. Это достигается путем учета в модели управления запасов по возможности большего числа факторов, чем было ранее. Здесь под *большей* точностью понимается тот факт, что ошибка на одну и ту же абсолютную величину более существенна для меньшего периода, чем для большего периода.

Реализация решения задачи возможна в условиях функционирования автоматизированной информационной системы учета товарных запасов. Существующая информационная система должна выполнять следующие функции:

1) ведение справочника товаров (ресурсов);
2) ведение справочника поставщиков;
3) учет прихода товаров;
4) учет расхода товаров.

Для реализации решения задачи необходимо составить следующие справочники:

1) рабочий справочник анализируемых товарных позиций, выбранных с помощью ABC/XYZ-анализа и частотного анализа;
2) справочник предложений товаров поставщиками с указанием условий поставки: сумма оформления заказа, срок выполнения заказа;
3) справочник периодов (формируется и корректируется в существующей информационной системе).

Пусть в расчетах используется период времени t_k : данные по продажам каждого товара с указанием остатков поступают в информационную систему.

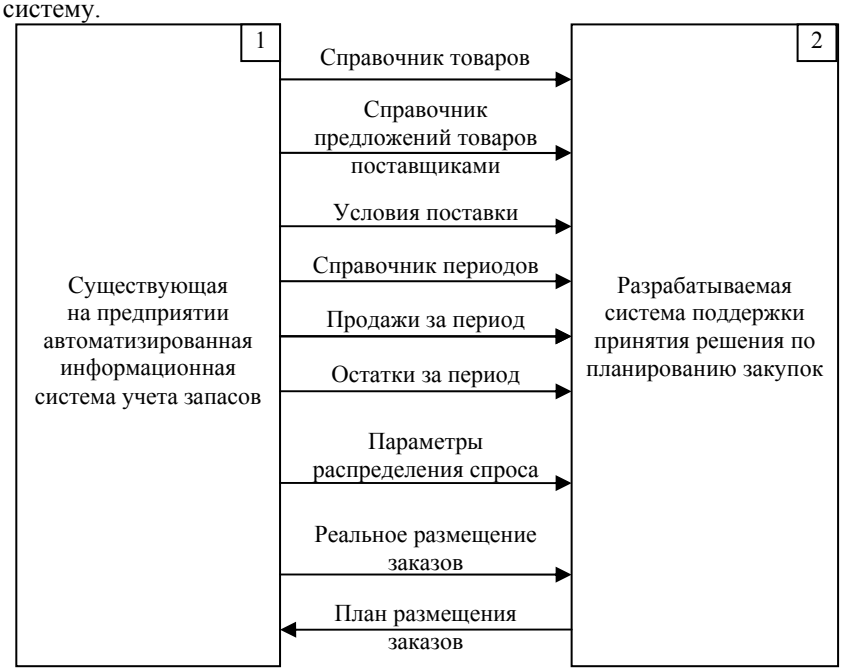

Рис. 22. Взаимодействие информационных систем

Взаимодействие существующей информационной системы с разрабатываемой представлено на рис. 22.

Блок 1 и блок 2 на рис. 22 взаимодействуют следующим образом. Для этих блоков характерно (в терминах теории управления [32, 34]):

- объект управления – блок 2, описывающий разрабатываемую систему;
- субъект управления – блок 1, представляющий собой существующую информационную систему управления запасами;
- управляющее воздействие – план размещения заказов;
- обратная связь – информация о реальном размещении заказов.

Заметим, что блоки 1 и 2 можно поменять местами, тем самым поменяются местами объект и субъект управления, однако этот способ является не самой удобной иллюстрацией взаимодействия рассматриваемых систем.

Под термином "параметры распределения спроса" на рис. 22 подразумевается накопленная история удовлетворенного спроса.

Предлагаемая модель управления запасами является многоэтапной. Проиллюстрируем эту особенность на следующей временной диаграмме (рис. 23).

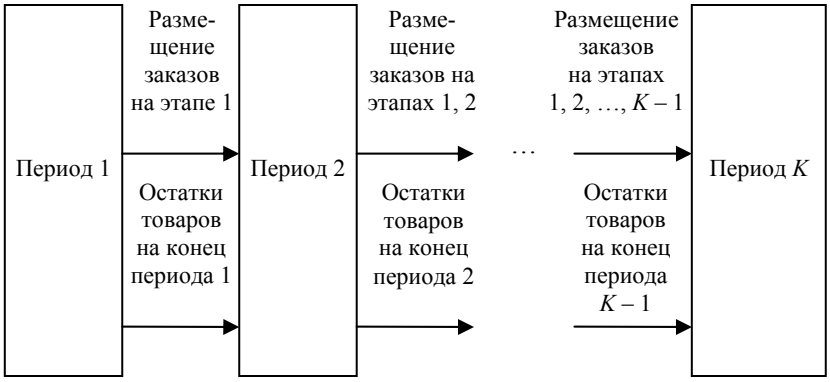

Рис. 23. Временная диаграмма

Рассмотрим отдельный блок (рис. 23), отвечающий за определенный период более подробно. Графически это можно изобразить следующим образом (рис. 24), где

$X = (x_{ik})_{N \times M}$ – номер поставщика, для которого размещается заказ по товару i за период k объемом $y^*_{ix_{ik}}$;

$f_i(D)$ – функция плотности распределения вероятности спроса на товар i;

$S_k = (s_{ik})_{N \times 1}$ – остаток товара i на начало периода k (перед размещением заказа);

$Q_n(X) = (x_{in})_{N \times 1}$ – консолидированный заказ за период n;

$V_n(X) = (x_{ik})_{N \times n}$ – история размещения заказов за n периодов.

Блоки № 1 – 4 представляют собой анализ остатков по каждому товару и в случае необходимости размещение заказа определенному поставщику. Входящей информацией для указанных блоков являются:

1) данные по заказу остальных товаров Q_k (для расчета общей стоимости заказа);
2) история заказов V_{k-1} для прогнозирования поступления ранее размещенных заказов;
3) объем запасов s_{ik} на начало периода t_k перед размещением новых заказов.

Управляющим воздействием служит известный закон распределения (плотности) вероятности спроса по каждому товару.

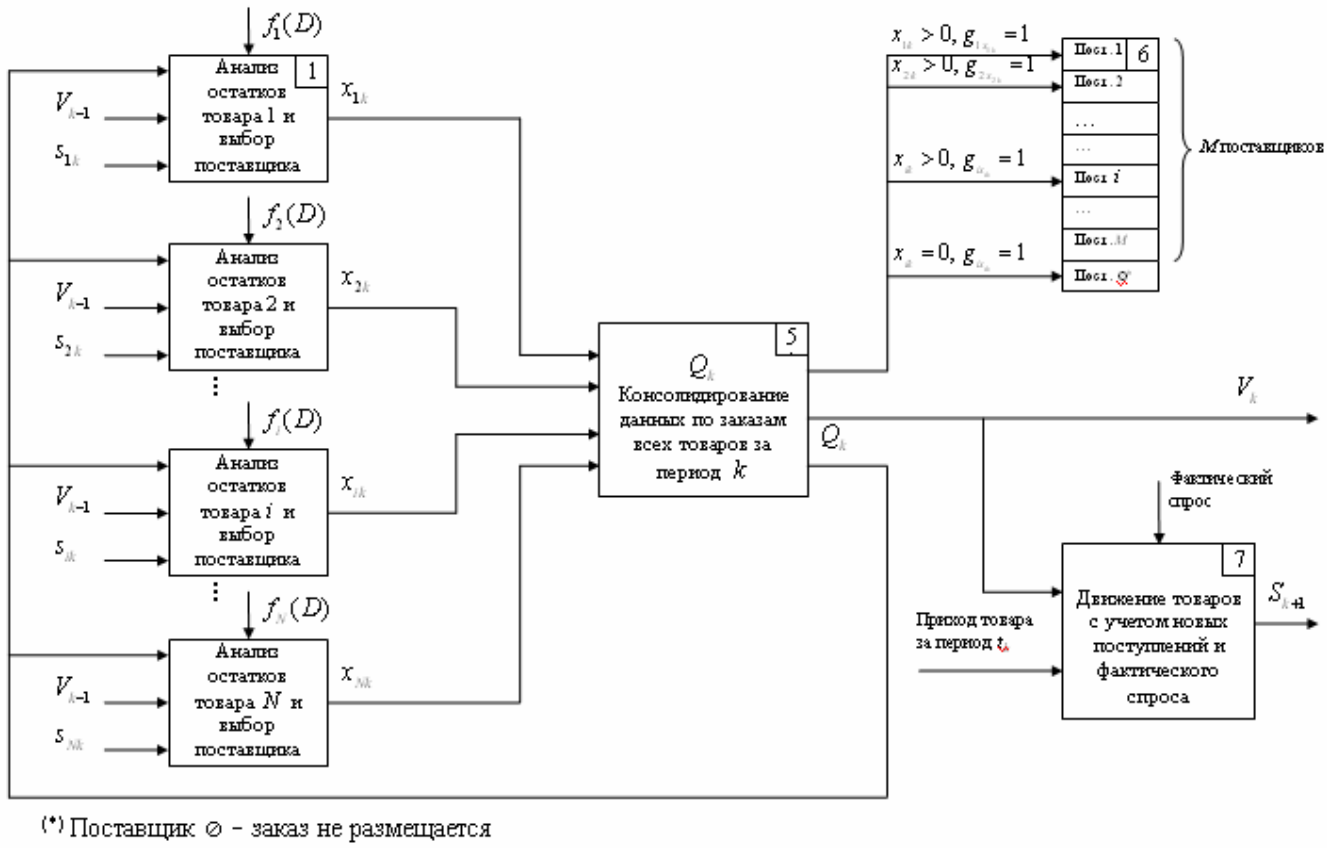

Рис. 24. Детализация блока операций за отдельный период времени

Из блоков № 1 – 4 поступает информация по размещению новых заказов у конкретных поставщиков x_{ik} в блок № 5. В этом блоке вся информация консолидируется Q_k и передается обратно в блоки № 1 – 4 для дальнейшего перебора вариантов. После выбора наилучшего варианта информация поступает в блок № 6 – размещение заказа заданного объема $y^*_{ix_{ik}}$ у заданного поставщика x_{ik}. История заказов V_k на момент t_k, состоящая из предыдущей величины V_{k-1} и консолидированного заказа Q_k, передается в следующий период (этап) t_{k+1} и в блок № 7.

В блоке № 7 происходит анализ движения товаров с учетом новых поступлений и расхода согласно фактическому спросу. Выходной информацией являются новые значения остатков $s_{i,\,k+1}$, которые передаются в следующий период t_{k+1}.

В нотации IDEF0 подсистема планирования закупок представлена на рис. 25.

Следующий уровень декомпозиции функциональной диаграммы представлен на рис. 26.

Рис. 25. Функциональная диаграмма подсистемы планирования закупок

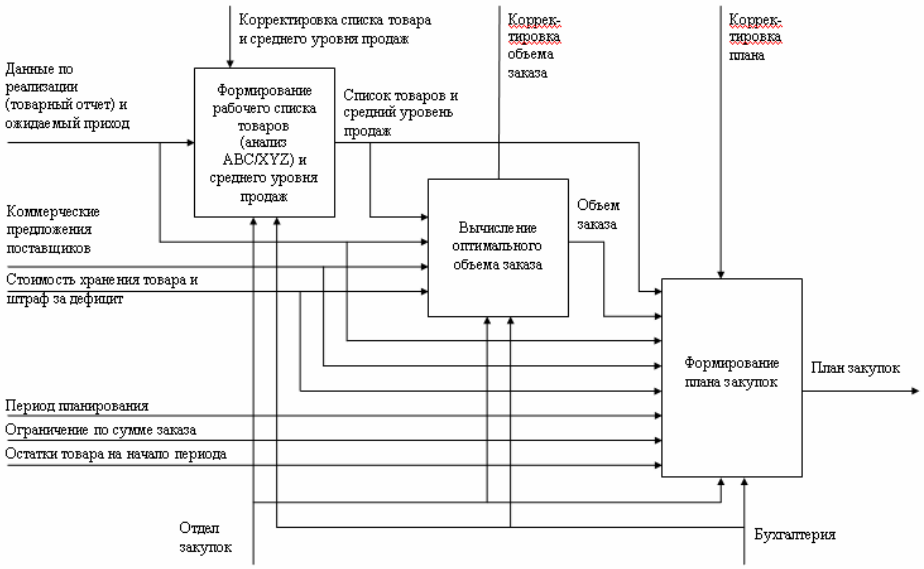

Рис. 26. Декомпозиция функциональной диаграммы подсистемы планирования закупок

Для увеличения оборачиваемости требуется сократить срок оборачиваемости. Для торгового предприятия срок оборачиваемости представляет собой интервал времени от размещения заказа на пополнение запасов до того момента, когда закупленная партия полностью реализована.

Поясним на примере, чем выгодно уменьшение срока оборачиваемости. Пусть известно, что за год потребляется 1000 единиц товара. Условно говоря, "торговое предприятие 1" закупает товар по цене 8 денежных единиц (д.е.), а продает по 9 д.е. В начале года осуществляется поставка всех 1000 единиц товара. За год прибыль "торгового предприятия 1" составит $1000 \times (9 - 8) = 1000$ д.е. при затратах 8000 д.е. "Торговое предприятие 2" осуществляет поставку товара два раза в год равными партиями по 500 единиц. За год прибыль "торгового предприятия 2" составит $500 \times (9 - 8) + 500 \times (9 - 8) = 1000$ д.е. Суммарные затраты и полученная прибыль у предприятий одинаковая, однако во втором случае для размещения заказа достаточно иметь 4000 д.е., а не 8000 д.е. (пояснение см. в табл. 4).

4. Сравнение деятельности торговых предприятий

Период	"Торговое предприятие 1"		"Торговое предприятие 2"	
	Затраты	Доход	Затраты	Доход
Начало года	8000	0	4000	0
Полугодие	0	5000	4000	5000
Конец года	0	10000	0	5000
Итог	8000	10 000	8000	10 000

С одной стороны, уменьшение размеров партий заказа ведет к сокращению срока оборачиваемости. С другой стороны, уменьшение партии заказа неизменно увеличивает удельные затраты на ее приобретение. Как правило, затраты на размещение заказа (стоимость заказа, минимальный размер партии заказа) постоянны и не зависят от объема заказа. Увеличение объема заказа ведет к сокращению удельных затрат, соответственно уменьшение объема заказа – к увеличению удельных затрат.

Сокращение издержек достигается путем уменьшения удельных затрат на пополнение и хранение запасов. Чем больше заказ – тем меньше удельные затраты на пополнение, но и тем больше затраты на хранение. Затраты на хранение тесно связаны с периодом оборачиваемости – чем выше оборачиваемость, тем меньше затраты на хранение.

Из вышесказанного следует, что увеличение прибыли может быть достигнуто комплексом взаимосвязанных мероприятий.

Прибыль торгового предприятия зависит от:

1) спроса на товар;
2) уровня запаса товара, на который существует спрос.

Будем считать, что спрос случаен и не поддается управлению. В свою очередь, уровень запасов предприятие может и должно контролировать. Наличный объем запасов должен соответствовать объему существующего спроса – ни больше ("замороженный" капитал), ни меньше (упущенная выгода).

Спрос случаен, однако, имея накопленную статистику по реализации товаров, в простейшем случае можно предположить, что в ближайший период математическое ожидание величины спроса останется равным текущему среднему. Обобщенно говоря, на основании статистического анализа можно делать краткосрочный прогноз реализации, в соответствии с которым будет формироваться план закупок.

На концептуальном уровне задача управления запасами формулируется следующим образом: требуется найти план закупок, при соблюдении которого ожидаемая прибыль будет максимальной. Остановимся на подробностях, поясняющих структуру исходных данных для решения этой задачи. Прежде всего, надо сформировать множество исходных данных в следующей последовательности:

1) список товаров СТ;
2) предложения поставщиков;
3) период времени, на котором формируется план закупок;
4) статистика продаж;
5) стоимость хранения запасов;
6) условия реализации;
7) ограничение по сумме заказа в течение периода из п. 3.

Список товаров (СТ) – это набор из *N*-го числа товаров, для которого требуется найти план закупок: Товар 1, Товар 2, … , Товар *N*. Торговое предприятие формирует этот список на основе ряда критериев. Этими критериями служат:

1) доля прибыли (методика ABC-анализа);
2) частота продаж (методика XYZ-анализа).

Ранжирование товаров на основе ABC-анализа базируется на следующем правиле – основную часть прибыли приносит относительно небольшая часть товаров. Основой XYZ-анализа является частота продаж, по которой все множество товаров разбивается на следующие группы:

- группа X – товар характеризуется стабильной величиной потребления, незначительными количественными колебаниями и высокой точностью прогноза;
- группа Y – товары характеризуются известными тенденциями определения потребности в них (например, сезонными колебаниями) и средними возможностями их прогнозирования;
- группа Z – потребление товаров нерегулярно, какие-либо тенденции отсутствуют, точность прогнозирования невысока.

В результате вся номенклатура товара разбивается на девять групп, каждая их которых имеет две выбранные характеристики (доля прибыли и частота продаж). Список товаров СТ формируется в соответствии с поставленной целью – либо достижение максимума прибыли (высокий уровень риска), либо стабильный уровень продаж (невысокий уровень риска). В первом случае выбираются группы A, частично B, во втором – X и частично Y.

Предложения товаров поставщиками – это информация о ценах на товары из списка СТ, о сроке и стоимости доставки. Пусть число всех поставщиков составляет *M*. Пронумеруем их от 1 до *M*. Обозначим срок доставки через *l*, а стоимость доставки – через *a*. Соответственно, срок поставки для поставщика с номером *j* будет составлять l_j, стоимость доставки – a_j. Пусть *c* – цена закупки товара у поставщика. Всего товаров *N*, поставщиков – *M*, соответственно c_{ij} – цена закупки товара с номером *i* у поставщика с номером *j* ($i = \overline{1, N}$, $j = \overline{1, M}$). Информация о ценах на товары представлена в табл. 5.

Таблица 5

Товар	Цена					
	Поставщик 1	Поставщик 2	…	Поставщик *j*	…	Поставщик *M*
Товар 1	c_{11}	c_{12}		c_{1j}		c_{1M}
Товар 2	c_{21}	c_{22}		c_{2j}		c_{2M}
⋮						
Товар *i*	c_{i1}	c_{i2}		c_{ij}		c_{iM}
⋮						
Товар *N*	c_{N1}	c_{N2}		c_{Nj}		c_{NM}

В случае, если товар *i* не предлагается поставщиком *j*, то c_{ij} принимается равным нулю. При вычислении затрат на пополнение запасов учитываются только варианты, для которых $c_{ij} > 0$.

На практике получение исходных данных в виде табл. 5 представляет собой серьезную проблему. Дело в том, что не существует единого справочника товаров. Каждое предприятие по-своему называет товар и дает ему свой код. Один и тот же товар может отличаться по названию (пусть даже и незначительно) и иметь разный внутренний код. Наличие международной базы штрих-кодов производителей и товаров GEPIR (EAN, UPC) эту проблему не решает. Причин тому несколько:

1) не все производители имеют свой штрих-код;
2) не весь товар отдельного производителя имеет уникальный штрих-код (часто один и тот же код назначается не отдельному товару, а группе схожих товаров, различающихся, например, видом упаковки, цветом или размером);

3) невозможность оперативного обновления базы данных штрих-кодов (появляются новые производители, меняется продукция).

Поясним представленную проблему различной кодировки товаров на примере. Пусть список товаров СТ состоит из трех позиций: T_1, T_2, T_3. Торговое предприятие задало этим позициям следующие коды: K_{01}, K_{02}, K_{03}. Представим указанную информацию в виде табл. 6.

Таблица 6

Товар	Код
T_1	K_{01}
T_2	K_{02}
T_3	K_{03}

Пусть число поставщиков, предлагающих товары T_1, T_2, T_3, составляет три: $П_1$, $П_2$, $П_3$. Поставщик $П_1$ предлагает все товары, поставщик $П_2$ – товары T_1, T_2, поставщик $П_3$ – T_1, T_3. Предложения товаров поставщиками представлены в табл. 7.

Таблица 7

Поставщики	Предложения товаров
$П_1$	T_1, T_2, T_3
$П_2$	T_1, T_2
$П_3$	T_1, T_3

Поставщик $П_1$ для кодирования товаров T_1, T_2, T_3 использует коды K_{11}, K_{12}, K_{13}, поставщик $П_2$ для кодирования товаров T_1, T_2 – коды K_{21}, K_{22}, поставщик $П_3$ для кодирования товаров T_1, T_3 – коды K_{31}, K_{33}, Отметим, что в общем случае

$$K_{01} \neq K_{11} \neq K_{21} \neq K_{31};$$

$$K_{02} \neq K_{12} \neq K_{22} \neq K_{32};$$

$$K_{03} \neq K_{13} \neq K_{23} \neq K_{33}, \qquad (26)$$

т.е. кодировка одних и тех же товаров у различных поставщиков и у самого торгового предприятия различаются.

Для того, чтобы информацию о ценах и предложениях товара представить в виде, подобном табл. 5, необходимо различную кодировку, используемую поставщиками, привести к единому виду. Помощью в решении этого вопроса служит список соответствий между внутренними кодами, используемыми в торговом предприятии, и кодами, используемыми поставщиками. Пример этого списка представлен в виде табл. 8.

Таблица 8

Поставщик	Товар	Код поставщика	Код торгового предприятия, $\varphi(П_j, K_{ij})$
$П_1$	T_1	K_{11}	K_{01}
$П_1$	T_2	K_{12}	K_{02}
$П_1$	T_3	K_{13}	K_{03}
$П_2$	T_1	K_{11}	K_{01}
$П_2$	T_2	K_{12}	K_{02}
$П_3$	T_1	K_{11}	K_{01}
$П_3$	T_3	K_{13}	K_{03}

Значение K_{0i} можно представить как результат вычисления некоторой функции φ, формальными аргументами которой являются поставщик и внутренний код товара для этого поставщика. Результатом вычисления функции φ является внутренний код того же товара, но уже для торгового предприятия

$$K_{0i} = \varphi(П_j, K_{ij}),\ i = \overline{1, N},\ j = \overline{1, M},\ c_{ij} > 0,$$

где i – номер товара; j – номер поставщика; c_{ij} – цена закупки товара i у поставщика j (если $c_{ij} = 0$, то товар i не предлагается поставщиком j).

Данные, представленные в табл. 3.8, должны обновляться торговым предприятием от одной партии товара к следующей партии. Несвоевременное обновление списка соответствий кодов товара приводит к невозможности оперативного нахождения плана закупок, минимизирующего затраты на пополнение запасов.

Следующей позицией массива исходных данных для задачи управления запасами является *период времени* (рис. 27), на котором формируется план закупок.

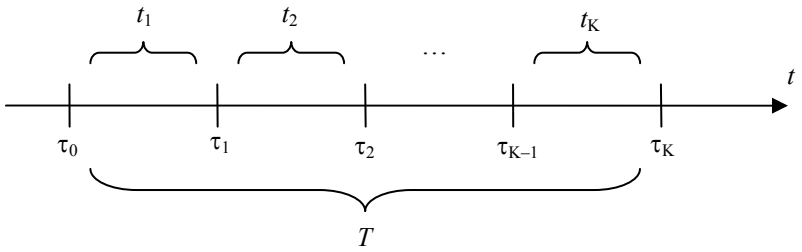

Рис. 27. Период времени

Период времени T разбивается на K равных промежутков времени t_k с границами по времени $[\tau_{k-1}, \tau_k]$

$$\tau_k = \tau_0 + \frac{k}{K}T, \ k = \overline{1, K}, \tag{27}$$

где k – номер промежутка времени; τ_0 – начало промежутка.

Необходимо выбрать длительность T периода планирования и число K промежутков времени. Длительность завершенных операций по движению товаров (приход и расход запасов) принимается кратной отдельному промежутку t_k. С одной стороны, выбор излишне короткого промежутка времени при одном и том же периоде T увеличивает размерность задачи оптимизации, увеличивая тем самым время получения результата на ЭВМ. С другой стороны, усиливается обоснованность прогнозов. Неоправданное увеличение промежутка времени ведет к увеличению исходного периода, что уменьшает точность планирования и способствует переводу задачи из класса оперативно-календарного планирования в класс среднесрочного планирования, для которого используются специфические методы, выходящие за рамки исследуемой области.

Для того, чтобы выбрать рациональный период T, необходимо сформировать план закупок на контрольном ретроспективном периоде с различным числом промежутков и выбрать такую длительность промежутка, при котором данные прогноза наиболее точно отображают действительность. В любом случае продолжительность периода планирования и конкретного промежутка можно скорректировать при очередном запуске процедуры вычисления плана закупок.

Статистика продаж – информация по реализации (продажам) товаров из списка СТ по промежуткам времени (табл. 9).

Таблица 9

Товар	Промежутки времени			
	$\tilde{t}_1$	$\tilde{t}_2$	…	$\tilde{t}_{\tilde{K}}$
Товар 1	q_{11}	q_{21}		$q_{1\tilde{K}}$
Товар 2	q_{21}	q_{22}		$q_{2\tilde{K}}$
⋮				
Товар i	q_{i1}	q_{i2}		$q_{i\tilde{K}}$
⋮				
Товар N	q_{N1}	q_{N2}		$q_{N\tilde{K}}$

Здесь $\tilde{K}$ – число равных промежутков времени, в течение которых накоплены данные по свершившимся продажам, $\tilde{t}_{\tilde{K}}$ – промежуток времени ($\tilde{k} = \overline{1, \tilde{K}}$), $q_{i\tilde{k}}$ – объем продаж товара i за промежуток j. Для повышения точности прогноза необходимо, чтобы число ретроспективных промежутков $\tilde{K}$ превышало число промежутков планирования K (рис. 28).

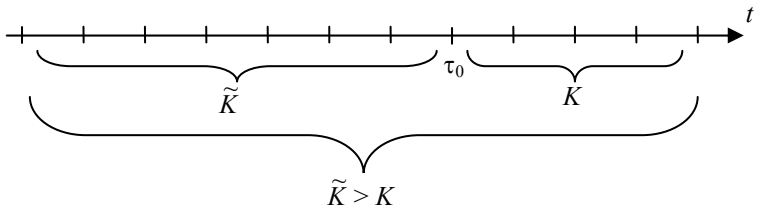

Рис. 28. Взаимосвязь текущего и ретроспективного периодов

Информация по реализации товара хранится в базе данных автоматизированной системы складского учета.

Стоимость хранения запасов – информация по стоимости хранения товара из списка СТ за промежуток времени t_k (табл. 10).

Таблица 10

Товар	Стоимость хранения
Товар 1	h_1
Товар 2	h_2
⋮	
Товар i	h_i
⋮	
Товар N	h_N

Здесь h_i – стоимость хранения единицы товара i за промежуток времени t_k . В стоимость h_i входит аренда помещения и зарплата работников склада.

Условия реализации – отпускные цены на товар w_i из списка СТ и величина штрафа за дефицит p_i (табл. 11).

Таблица 11

Товар	Опускная цена	Штраф за дефицит
Товар 1	w_1	p_1
Товар 2	w_2	p_2
⋮		
Товар i	w_i	p_i
⋮		
Товар N	w_N	p_N

Лимит заказа в течение промежутка времени t_k – предельная сумма размещения заказа за этот промежуток времени. Лимит может рассчитываться как сумма свободных денежных ресурсов, предназначенных для пополнения запасов.

Таблица 12

Товар	Промежуток времени			
	t_1	t_2	…	t_K
Товар 1	x_{11}	x_{12}		x_{1K}
Товар 2	x_{21}	x_{22}		x_{2K}
⋮				
Товар i	x_{i1}	x_{i2}		x_{iK}
⋮				
Товар N	x_{N1}	x_{N2}		x_{NK}

Результат решения задачи представляет собой план закупок. Этот план представлен в общем виде в табл. 12.

Элемент таблицы x_{ik} – номер поставщика (от 1 до M), у которого размещается заказ по товару i за период j. Если $x_{ik} = 0$, то заказ не размещается.

Как показано выше, исходные данные для задачи формирования плана закупок вполне доступны к получению в условиях работы типового торгового предприятия. Обозначены проблемы, которые могут возникать при получении массива данных, и приведены соответствующие комментарии по решению этих проблем.

5. МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ МНОГОЭТАПНОГО УПРАВЛЕНИЯ МНОГОПРОДУКТОВЫМИ ЗАПАСАМИ

Для крупных торговых предприятий, учитывая большую размерность описанной задачи, целесообразно использовать вычислительные кластеры.

Вычислительный кластер – это множество компьютеров, работающих как единое целое, т.е. один более мощный компьютер или так называемый суперкомпьютер [54].

Кластерная адаптация алгоритма генерации планов закупок позволит значительно сократить время формирования оптимального плана закупок. Блок-схема алгоритма формирования оптимального плана закупок с использованием вычислительного кластера (параллельных вычислений) представлена на рис. 29. Формирование очередей разложено на несколько процессов. В начальный момент времени все доступные задаче процессы – свободные. Выбирается первый свободный процесс, который будет формировать следующий вариант плана.

Если в следующий момент времени очередь планов пуста, то выбирается новый свободный процесс для формирования следующего варианта плана. Как только вычислительный процесс заканчивает формирование плана, он помещает сформированный план закупок в очередь планов и становится свободным процессом.

На рис. 30 приведено взаимодействие параллельных процессов. Сущность распределения вычислений заключается в создании двух очередей:

1) сформированных планов закупок;
2) вычисленных стоимостей соответствующих планов закупок.

Если очередь планов не пуста, осуществляется проверка пустоты очереди стоимостей планов. Если очередь стоимостей пуста, то для нового свободного процесса назначается задача вычисления стоимости первого плана, полученного из очереди планов. Полученный план удаляется из очереди планов. Если очередь стоимостей не пуста, то происходит поиск наилучшего варианта плана закупок из локально сохраненного варианта и оставшейся очереди стоимостей. Как только вариант проанализирован, он удаляется из очереди стоимостей.

Если свободных процессов нет, то происходит ожидание процесса, который завершится ранее всех других. В зависимости от типа ранее назначенной задачи освободившемуся процессу назначается соответствующая новая задача. При внедрении подсистемы планирования закупок на предприятии возникают проблемы кодировки. Самой существенной из них является различие кодов одного и того же товара у разных поставщиков. Для функционирования подсистемы планирования закупок необходимо наличие единого информационного пространства (ЕИП) взаимодействия поставщиков и торговых предприятий.

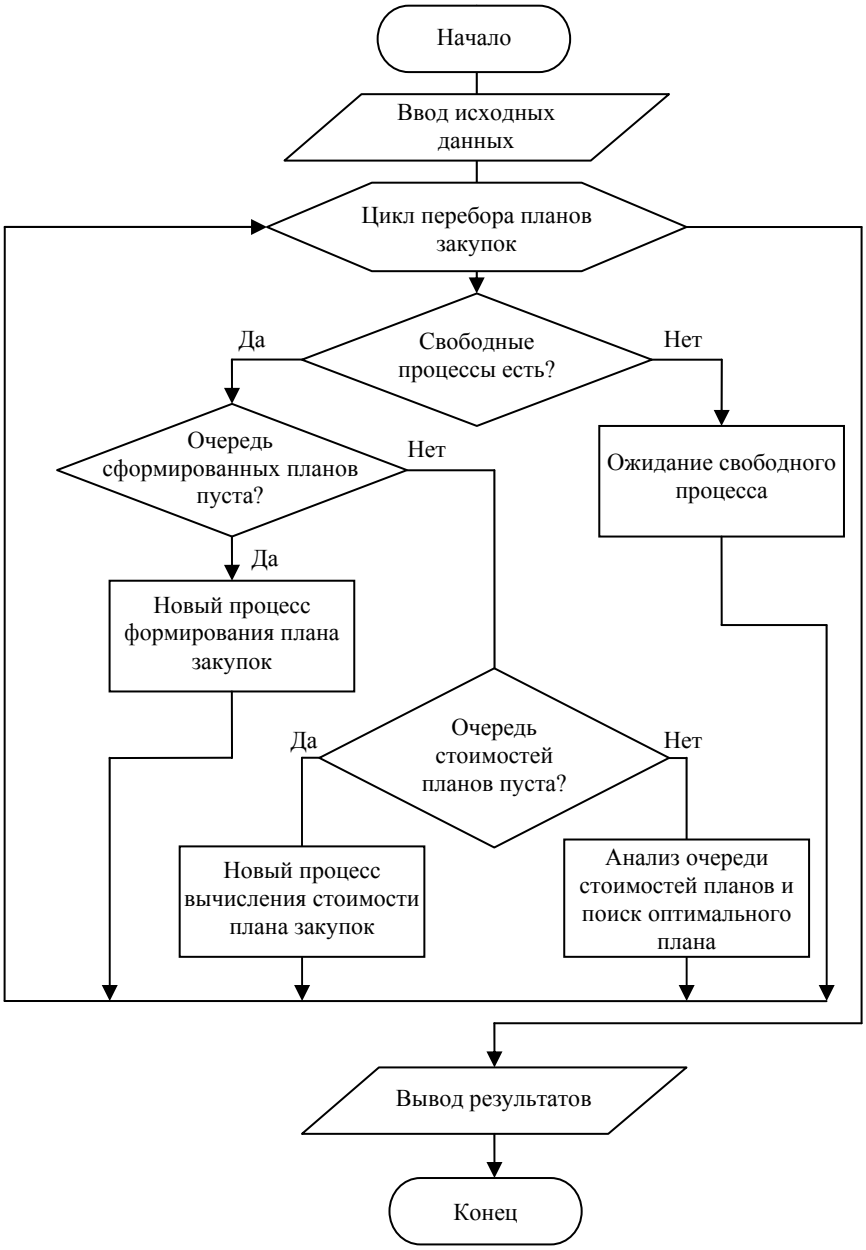

Рис. 29. Блок-схема параллельных вычислений при формировании оптимального плана закупок

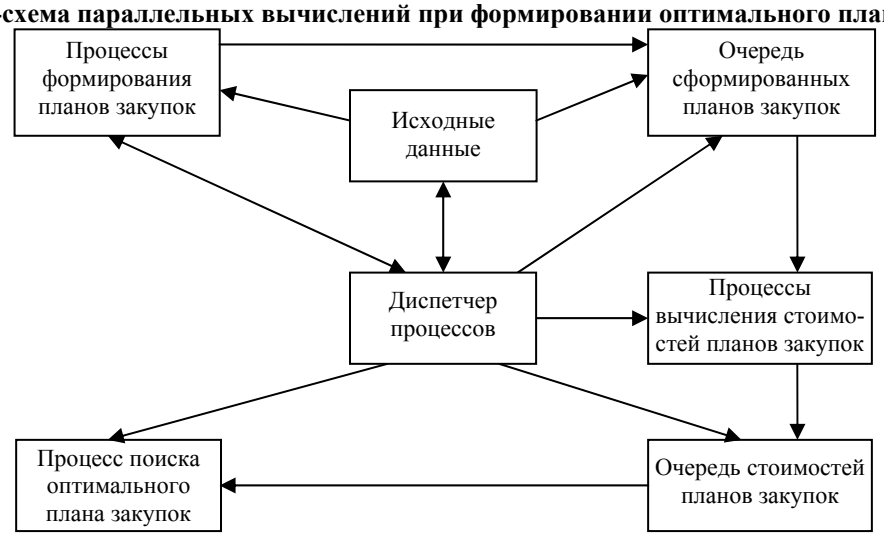

Рис. 30. Диаграмма взаимодействия параллельных процессов

Схематично процесс поиска решения задачи управления запасами с использованием вычислительного кластера представлен на рис. 31.

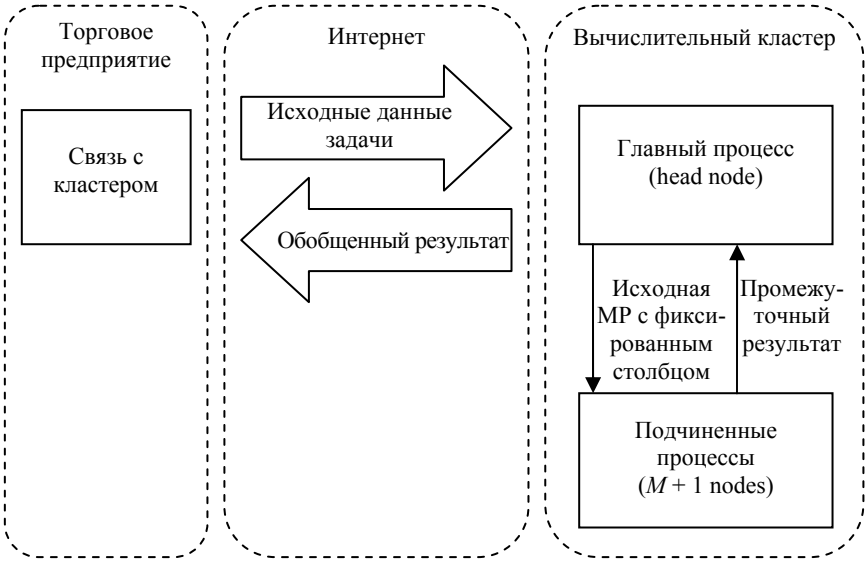

Рис. 31. Процесс решения задачи управления запасами с использованием вычислительного кластера

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДИКИ ПЛАНИРОВАНИЯ ЗАКУПОК В УПРАВЛЕНИИ ТОРГОВЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Фундаментальные вопросы задачи управления запасами являются общими для большинства торговых предприятий. Это вопросы "что заказывать", "когда" и "у кого". Для ответа на вопрос о применимости представленной методики планирования закупок для различных предприятий сначала требуется исследовать их на предмет соответствия "типовым" предприятиям, для которых изначально разрабатывалась эта методика. Характеристикой таких предприятий является наличие следующих особенностей:

1) большой ассортимент (тысячи номенклатурных единиц);
2) большое число поставщиков и различных условий доставки;
3) товар доставляется рядом поставщиков;
4) круг покупателей достаточно велик;
5) необходимость высокой оперативности работы (пополнение запасов и их расход идут ежедневно).

Перечисленными особенностями обладает множество предприятий, большинство из которых являются оптовыми базами. Для современного уровня развития экономических отношений, когда на рынке действует большое количество однотипных участников, выигрыш получает тот участник рынка, который:

1) обладает нужной информацией;
2) имеет возможность корректно применить эту информацию.

Автоматизированная информационная система (АИС) учета складских запасов – необходимый минимум, позволяющий оперативно обрабатывать информацию о текущих остатках запасов. Информация, накапливаемая в АИС, позволяет оценивать уровень спроса, анализировать продажи, скорость оборачиваемости запасов и т.д.

Основные проблемы, связанные с внедрением методики планирования закупок, приведены в следующем списке:

1) систематизация видов деятельности торгового предприятия и определение базисного неделимого промежутка времени;
2) создание единого информационного пространства между поставщиками и торговым предприятием;
3) добавление в АИС подсистемы планирования закупок.

Под систематизацией видов деятельности торгового предприятия подразумевается выявление направлений деятельности, по которым необходимо автоматизированное планирование закупок. Определение базисного неделимого промежутка времени требуется для задания шага планирования.

Следующей проблемой, связанной с внедрением методики планирования закупок, является создание единого информационного пространства (ЕИП) между поставщиками и торговым предприятием.

Центральное место в ЕИП занимает создание единых классификаторов, используемых как торговым предприятием, так и поставщиками. В укрупненном виде в ЕИП входят два основных классификатора:

- классификатор товаров, в котором указывается уникальный код товара, его наименование и упаковка;
- классификатор поставщиков, содержащий уникальный код поставщика, его наименование, условия доставки.

Для удобства изложения представим концепцию ЕИП в виде схемы (рис. 32).

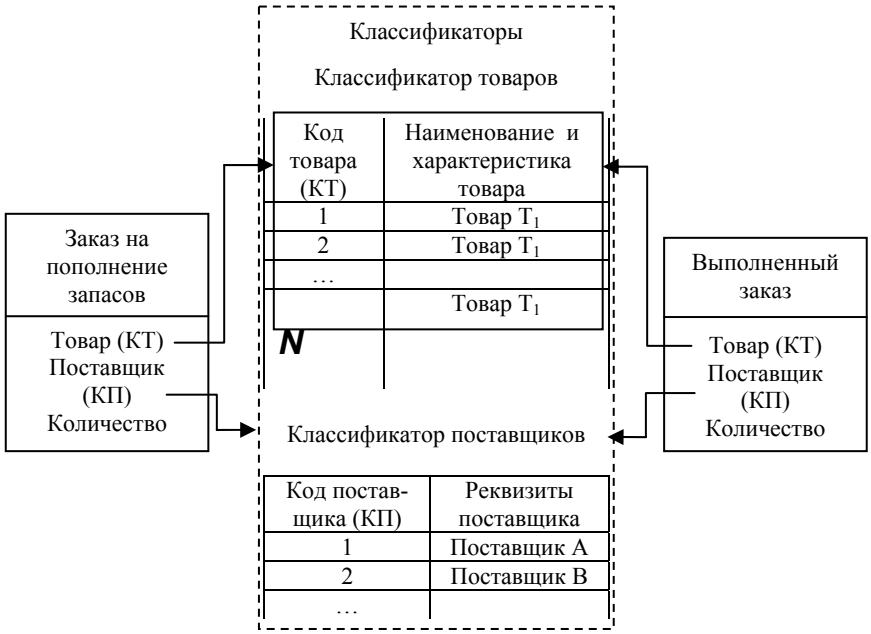

Рис. 32. Концепция ЕИП

В приведенной схеме концепции ЕИП представлено информационное содержание операций размещения заказа на пополнение запасов и выполненного заказа. Заказ на пополнение запасов состоит из указания товара, поставщика, у которого размещается заказ, и заказываемого количества. Товар представлен кодом КТ, полученным на основании классификатора товаров. Аналогично поставщик представлен кодом КП, полученным из классификатора поставщиков. Содержание операции выполненного заказа соответствует данным содержания операции размещения заказа, за единственным исключением – заказ на пополнение запасов размещается торговым предприятием поставщикам, а информация по выполнению заказов от поставщиков поступает в торговое предприятие.

Обобщив результаты, полученные от различных вариантов функционирования торговых предприятий, получим табл. 13.

Таблица 13

Варианты функционирования	Преимущества	Недостатки
Полное отсутствие электронного документооборота между торговым предприятием и поставщиком	Отсутствие проблем по согласованию классификаторов	Большой объем ручных операций: 1) составление заказа и отправка заказа; 2) получение и обработка заказа поставщиком; 3) ввод заказа в базу данных поставщика; 4) ввод прихода в базу данных торгового предприятия
Наличие электронного заказа для поставщиков	1) Поставщик автоматически загружает в свою базу данных заказ. 2) Возрастает оперативность обработки заказов	1) Каждый поставщик предоставляет свое программное обеспечение для формирования заказа. 2) Приход в базу данных заносится вручную
Наличие ЕИП	1) Единая программа заказа. 2) Поставщик автоматически загружает в свою базу данных заказ. 3) Торговое предприятие автоматически загружает в свою базу данных выпол-	1) Необходимость синхронизации изменений у торгового предприятия и поставщиков с классификаторами. 2) Относительно высокая стоимость осущест-

	ненный заказ. 4) Уменьшается время от размещения заказа до окончания его выполнения	вления оперативной синхронизации

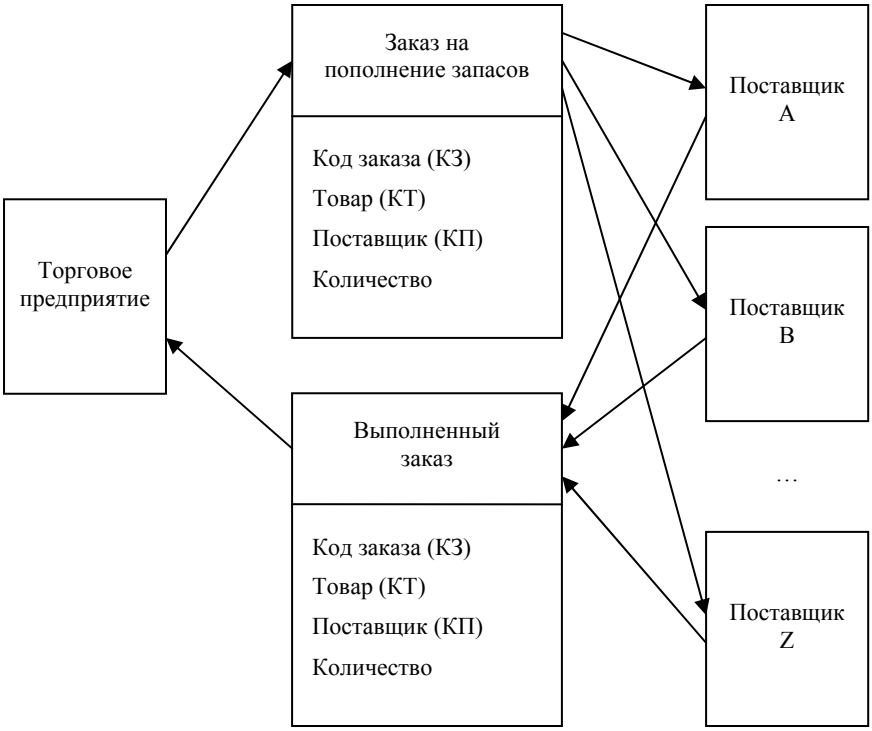

Рис. 33. Взаимодействие предприятий в ЕИП*

Схема взаимодействия предприятий в ЕИП представлена на рис. 33.

Основным отличием функционирования предприятий в ЕИП и без него является факт того, что в ЕИП обмен информацией осуществляется посредством единых кодов, внесенных в классификаторы.

Следующей проблемой, связанной с внедрением методики планирования закупок, является добавление в АИС подсистемы планирования закупок. Эта подсистема представляет собой реализацию разработанной методики планирования закупок в краткосрочной перспективе.

Схема взаимодействия подсистемы планирования закупок с АИС торгового предприятия представлена на рис. 34.

Как видно из рисунка, подсистема планирования закупок является промежуточным звеном между существующей АИС и системой формирования заказов поставщикам. При необходимости эксперт (ЛПР) вносит корректировку в сформированный план закупок.

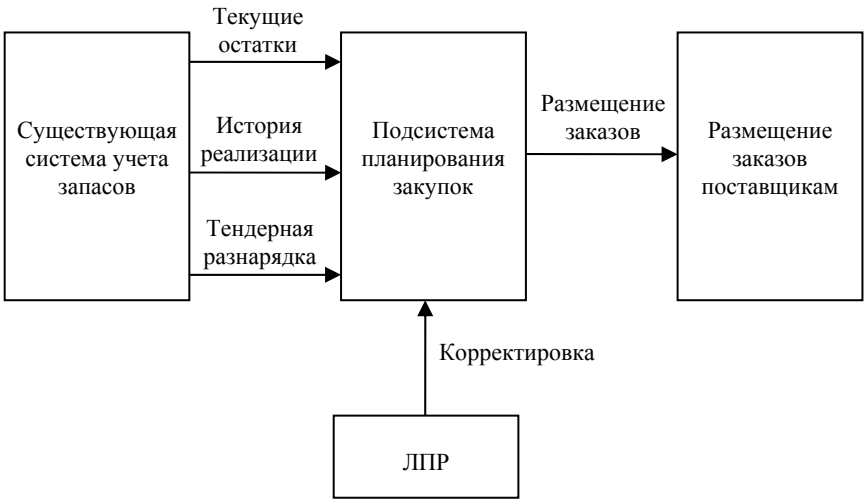

Рис. 34. Схема взаимодействия подсистемы планирования закупок с существующей системой учета остатков

* В значении КЗ содержится достаточно информации для того, чтобы поставщик имел возможность определить конкретное торговое предприятие, разместившее заказ.

7. МЕТОДИКА ВЫЧИСЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ ПОДСИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ЗАКУПОК В УПРАВЛЕНИИ ТОРГОВЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Для торгового предприятия экономическая эффективность является результатом торговой деятельности, выражаемым в виде разности итогов хозяйственной деятельности и суммарных затрат на ресурсы за период времени (квартал, год).

Оценка экономической эффективности проекта является ключевым моментом принятия решения о целесообразности инвестирования в него средств.

Будем оценивать экономическую эффективность от внедрения информационной системы на основе эффективности инвестиционных вложений. Действительно, согласно Федерального закона "Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений", "...инвестиции – денежные средства, ценные бумаги, иное имущество, в том числе имущественные права, имеющие денежную оценку, вкладываемые в объекты предпринимательской и (или) иной деятельности в целях получения прибыли и (или) достижения иного полезного эффекта". Внедрение подсистемы планирования закупок, в общем случае, направлено на получение (увеличение) прибыли.

Стоимость подсистемы будем определять на основе понятия о совокупной стоимости владения системой (ССВ, в английской литературе TOC). Совокупная стоимость владения информационной системой состоит из плановых затрат и стоимости рисков:

$$\mathrm{TOC} = PnC + RC, \qquad (28)$$

где TOC – ССВ; PnC – плановые затраты; RC – стоимость рисков.

Стоимость рисков определяется стоимостью бизнес-рисков, вероятностями технических рисков и матрицей соответствия между ними. Матрица соответствия определяется архитектурой информационной системы.

Определим источники возможного экономического эффекта. Каждая компания уникальна и имеет свою миссию, стратегические задачи, критические факторы успеха (CSF – Critical Success Factors) и ключевые показатели производительности (KPI – Key Performance Indicators). Для каждой компании эти показатели будут различны, степень их влияния на общую эффективность будет неодинаковой. В общем случае для выявления и определения величины источников экономического эффекта необходимо проводить скрупулезный анализ как деятельности самой компании, так и особенностей рынка в целом. Далее приведены наиболее очевидные и общие источники экономического эффекта от внедрения подсистемы планирования закупок:

- сокращение затрат на персонал;
- снижение требований к квалификации персонала (экономическая эффективность определяется сокращением затрат на персонал за счет использования более дешевой рабочей силы);
- возможность отсечения "плохих" поставщиков. Данный пункт подразумевает уменьшение потерь от заказа товаров поставщикам, некорректно выполнявшим условия предыдущих контрактов (например, задержка в поставке);
- сокращение затрат на поддержание оптимального уровня запасов.

Это лишь некоторые источники экономического эффекта, которые присутствуют при автоматизации планирования закупок и которые с высокой степенью достоверности можно оценить численно.

В функциональном виде экономический эффект представлен в виде следующей формулы

$$EE = f_1(\Delta SC,\ \Delta PC,\ \Delta IC,\ T)\ , \qquad (29)$$

где EE – ожидаемый экономический эффект; SC – затраты на персонал; PC – затраты на поставщиков; IC – затраты, связанные с обслуживанием текущего уровня запасов; T – период времени, на котором вычисляется ожидаемый экономический эффект; Δa – изменение величины a.

Затраты на персонал за период T имеют вид

$$SC = f_2(SC_L,\ SC_H) = Q_L\overline{S}_L + Q_H\overline{S}_H\ , \qquad (30)$$

где SC_L – затраты на персонал низкой квалификации; SC_H – затраты на персонал высокой квалификации; Q_L – численность персонала низкой квалификации; $\overline{S}_L$ – средние затраты на одного специалиста низкой квалификации; Q_H – численность персонала низкой квалификации; $\overline{S}_H$ – средние затраты на одного специалиста низкой квалификации.

Затраты на поставщиков за период T составляют

$$PC = \sum_{j=1}^{M}\left(\overline{n}_j a_j + \sum_{\substack{i=1\\ c_{ij}>0}}^{N} c_{ij}\overline{r}_{ij}\right), \qquad (31)$$

где $\overline{n}_j$ – среднее число размещений заказов для поставщика j за период T; a_j – стоимость доставки товара для поставщика j; N – число товарных позиций; M – число поставщиков; c_{ij} – стоимость товара i у поставщика j, если $c_{ij} > 0$, то товар i доставляется поставщиком j; $\overline{r}_{ij}$ – средний объем заказа товара i у поставщика j за период T.

Затраты, связанные с обслуживанием текущего уровня запасов

$$IC = \sum_{i=1}^{N} (h_i \overline{s}_i + p_i \overline{d}_i)\,, \qquad (32)$$

где h_i – стоимость хранения товара i за период T; $\overline{s}_i$ – средний уровень запасов товара i за период T; p_i – стоимость штрафа за дефицит товара i за период T; $s\overline{d}_i$ – средний уровень дефицита товара i за период T.

Для определения экономической эффективности внедрения автоматизированной подсистемы планирования закупок необходима оценка затрат, связанных с такой автоматизацией. Этот вопрос особенно актуальный – эффект будет "потом", а затраты придется нести "сейчас". Затраты на автоматизацию AC, как правило, складываются из следующих основных частей: затраты на приобретение ТС (технических средств) HwC, затраты на приобретение ПО (программного обеспечения) SwC, затраты на проектирование PC, затраты на внедрение EC, затраты на эксплуатацию WC и затраты на сопровождение SC

$$AC = HwC + SwC + PC + EC + WC + SC. \qquad (33)$$

Касаясь затрат на приобретение HwC и SwC, необходимо подчеркнуть, что в подавляющем большинстве случаев автоматизация компании не начинается с подсистемы планирования закупок. Планирование закупок обычно строят тогда, когда возрастает клиентская база и ассортимент торгового предприятия. Вероятнее всего, компания уже обладает некоторой базой технических средств и автоматизированной системой учета. Остается оценить, достаточно ли производительности и емкости имеющегося оборудования и ПО для использования его в целях внедрения подсистемы планирования закупок. Не исключено, что для этого нового оборудования не потребуется. Следует оговориться, что применение существующего оборудования наиболее характерно для малых и средних компаний. Для оценки потребностей в оборудовании необходимо определить объемы информации, требуемые характеристики доступа к ней, требования к техническим рискам, связанным с применением того или иного оборудования, и, собственно требования внедряемой подсистемы планирования.

Затраты на проектирование системы PC оцениваются исходя из стоимости, рассчитанной по одной из методик (например, "Метод функциональных точек").

Затраты на внедрение системы EC состоят из затрат на обучение пользователей и затрат на опытную эксплуатацию. При расчете можно исходить из того, что эти затраты могут достигать 20…50 % от стоимости самой системы.

Эксплуатационные затраты в общем случае состоят из стоимости аренды рабочих площадей, затраты на обслуживающий персонал, стоимости обслуживания ТС, стоимости эксплуатации ТС. В применении к малому и среднему бизнесу, а также принимая во внимание те обстоятельства, которые были рассмотрены при оценке стоимости ТС и ПО, эти затраты могут быть сведены к минимуму.

На оценку стоимости сопровождения системы влияет множество факторов, таких, как срок жизни системы, архитектура системы, условия поставки (например, с исходным кодом) и т.д. По некоторым источникам затраты на сопровождение могут составлять до 80 % от стоимости системы.

Источники экономического эффекта и подходы к определению стоимости системы определены. Для того, чтобы полученная оценка была адекватной, необходимо учесть риски (а точнее их стоимость), возникающие при внедрении подсистемы планирования закупок. Учет рисков должен скорректировать оценку экономической эффективности.

Все риски можно разделить на следующие категории: проектные риски, бизнес-риски, технические риски (в общем случае обычно разделяют бизнес-риски на эксплуатационные и операционные, объединим их для простоты изложения), организационные риски. Это деление схематично показано на рис. 35.

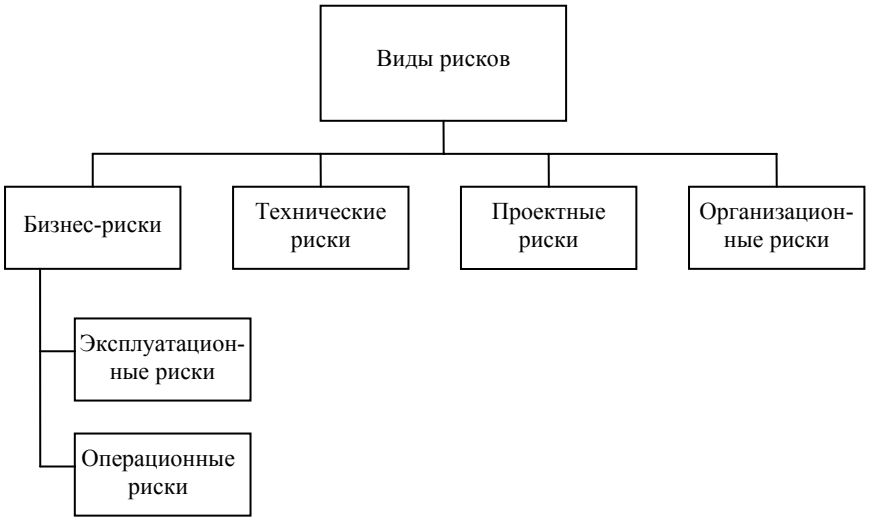

Рис. 35. Категории рисков

Потери, связанные с бизнес-рисками, представляют собой невозможность выполнения некоторых функций системы (сценарии использования "Use case"-системы) и возникают, в конечном счете, из-за технических рисков. Например, риск "занесение информации об условиях поставки контрагента в базу данных невозможен" может возникнуть из-за технического риска "обрыв канала связи". С другой стороны, бизнес-риск может быть парирован соответствующей организацией процесса и/или архитектурным решением. Таким образом, необходимо определить все бизнес-риски, которые могут возникнуть в системе и оценить их стоимость, затем определить технические риски исходя из выбранных решений и оценить вероятность возникновения этих рисков и степень влияния на бизнес-риски (построить матрицу соответствия). С помощью нескольких итераций, изменяя архитектуру и технические параметры системы, выбрать оптимальный вариант [44].

Приведем небольшой пример: риск "занесение информации об условиях поставки контрагентом в базу данных невозможен". Этот риск оценивается стоимостью эффекта уменьшения затрат на размещение заказа (с помощью выбора наименьшей стоимости доставки). Далее предположим, что в компании одновременно работают несколько менеджеров, которые заносят (корректируют) информацию о контрагенте (поставщике). Например, данный риск может быть вызван выходом из строя сетевого коммутатора. Вероятность выхода из строя коммутатора можно получить из его технических характеристик. Таким образом, сумма потерь может быть рассчитана как произведение вероятности технического риска на стоимость риска на количество возникновений рисков (количество менеджеров в данном случае). Вслед за этим можно выбрать более надежный сетевой коммутатор, стоимость которого, очевидно, будет выше, но и вероятность возникновения риска меньше. Дальнейшая задача заключается в нахождении оптимума.

В рамках рассмотрения методики пытаться перечислить все технические и бизнес-риски крайне трудоемко. В каждом конкретном случае они могут быть различны. К тому же их стоимость может быть определена в большинстве случаев на основе экспертной оценки исходя из условий и целей внедрения системы на конкретном предприятии.

Проектные риски – группа рисков, которые появляются на стадии проектирования и (или) поставки системы. К ним могут относиться, например, риск устаревания тех или иных программных или технических решений или риски задержки поставки компонентов системы. Учитывая сравнительно небольшой срок, требующийся для внедрения подсистемы планирования закупок, вероятность таких рисков невелика и их можно не рассматривать.

Оценить стоимость организационных рисков можно исключительно экспертно. Многие из них при достаточной вероятности возникновения могут свести весь эффект от автоматизации к нулю или даже выявить вред от автоматизации, поэтому к их анализу необходимо подойти особенно аккуратно. К наиболее очевидным организационным рискам относятся:

- саботаж персонала. Может возникнуть по нескольким причинам, например, боязнь потери работы из-за планируемого сокращения штата, боязнь проявления некомпетентности, боязнь выявления реальных результатов работы того или иного менеджера и др. Данный риск оценивается как 100 % от суммарной стоимости всех источников экономического эффекта;
- передача накопленной в системе информации конкурентам в результате кражи или предательства. Оценить риск можно экспертно, его влияние может быть как нулевым (маловероятно) так и 100 %-ным в зависимости от условий конкуренции в конкретном бизнесе;
- ошибочные выводы, сделанные на основе анализа данных, полученных в результате эксплуатации системы. Вероятность и стоимость данного риска можно попытаться оценить экспертно.

Все компоненты для расчета экономической эффективности определены. Разделим все затраты на текущие (к ним относятся затраты на эксплуатацию и сопровождение), и на единовременные (все остальные затраты). Единовременные затраты будут отражать объем требуемых инвестиций. Результат автоматизации системы планирования закупок определим как сумму полученных экономических эффектов минус общая стоимость текущих затрат и совокупная стоимость рисков. Далее оценка эффективности инвестиционных вложений строится либо путем отношения результата к затратам (или, наоборот, затрат к результату), либо определяется как разница между результатом и затратами. Полученную величину можно сравнивать с результатами расчетов для других вариантов инвестиций. Например, может оказаться, что выгоднее инвестировать средства в развитие торговой сети, а снижение затрат в управлении запасов будет достигнуто при этом за счет увеличения объемов закупок (получение скидок от поставщиков). Также возможен вариант, когда расчет покажет, что на рассматриваемом рынке дешевле отказаться от мелких клиентов, переключившись на другую схему ведения бизнеса.

8. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД И МОДЕЛИРОВАНИЕ В УПРАВЛЕНИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

Структуризация процессов

Описание бизнес-процессов начинается с определения стандарта, в котором будет осуществляться моделирование. На сегодняшний день наиболее известным и распространенным является хорошо разработанное семейство методологий IDEF, которое в США является государственным стандартом [21]. Это семейство состоит из методологии функционального моделирования IDEF0 и методологии информационного моделирования IDEF1.

IDEF методологии создавались в рамках предложенной ВВС США программы компьютеризации промышленности ICAM. В процессе реализации программы появилась потребность в создании методов анализа процессов взаимодействия в производственных системах. Главным требованием была возможность эффективного обмена между всеми специалистами – участниками программы ICAM. Название IDEF произошло от Icam DEFinition. После опубликования описания стандарта в широкой печати, он стал успешно применяться в самых различных областях бизнеса и показал себя эффективным средством анализа, построения и отображения бизнес-процессов.

С широким применением IDEF связано возникновение основных идей BPR (business process reengineering) – реинжиниринг бизнес-процессов.

В основе нотации и методологии IDEF0 лежит понятие "функционального блока" (рис. 36). Стороны прямоугольника, представляющего функциональный блок, имеют различное значение: верхняя сторона – управление, левая – входные данные, правая – выходные данные (результат), нижняя – механизм осуществления.

Следующим элементом методологии и нотации IDEF является "поток" (также называемое "интерфейсная дуга"), который описывает данные, неформальное управление, оказывающее влияние на функцию, изображенную блоком. Поток можно интерпретировать как объект.

Базовые принципы моделирования IDEF:

- принцип функциональной декомпозиции;
- принцип контекстной программы;
- принцип ограничения сложности.

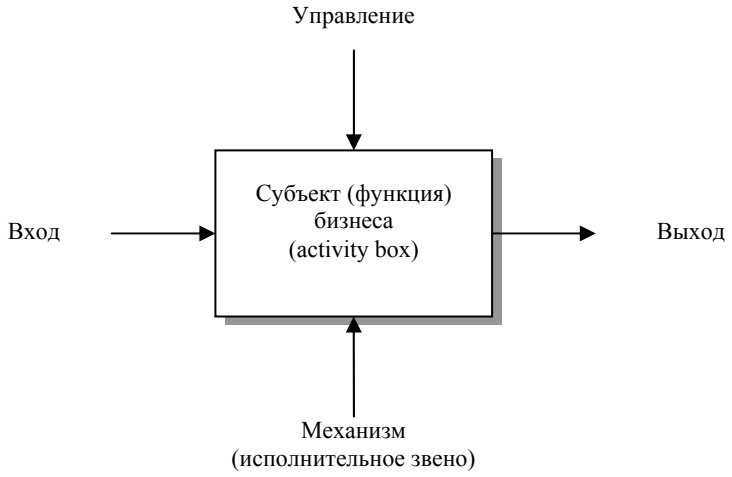

Рис. 36. Представление блока в IDEF-методологии

Рассмотрим эти принципы подробнее. *Принцип функциональной декомпозиции* представляет собой модельную интерпретацию той практической ситуации, что любое действие (тем более такое сложное, как бизнес-процесс) может быть разбито (декомпозиционировано) на более простые операции (действия, бизнес-функции). Иными словами, функция может быть представлена как совокупность элементарных функций. Графически, при использовании программных средств, принцип декомпозиции – это возможность рассмотреть функциональный блок как бы изнутри, или, по-другому, навести "увеличительное стекло" для детального изучения состава функции, представленной на более высоком уровне одним блоком.

Принцип контекстной диаграммы. Моделирование начинается с построения диаграммы, на которой система (объект моделирования) представлена одним-единственным блоком. Все потоки на данной диаграмме подразумеваются приходящими извне по отношению к объекту моделирования. Для идентификации блока используется определение "миссия", которую должна выполнять система по отношению к внешнему миру. При определении миссии необходимо иметь в виду цель (моделирования) и точку зрения. Одна и та же система (фирма) может быть представлена по-разному, в зависимости от того, например, рассматривать ли ее с точки зрения налогового инспектора или с точки зрения владельца. В свою очередь, если моделируют систему с целью построения информационной системы, то это будет иная модель, чем та, которая построена для целей оптимизации финансового управления фирмой. Этот принцип должен быть применен при построении любого функционального блока внутри диаграммы любого уровня.

Принцип ограничения сложности. Диаграммы IDEF0 несут в себе очень концентрированную информацию, в связи с чем необходимо принимать специальные меры по повышению их разборчивости и "удобочитаемости", известные как принципы ограничения сложности.

Основными являются два принципа ограничения сложности:

- ограничение количества блоков на одной диаграмме тремя-шестью;
- ограничение количества интерфейсных дуг, входящих (выходящих) к одной стороне блока, четырьмя.

Идею моделирования IDEF0И можно сформулировать следующим образом. Бизнес-процессы (функции реального объекта бизнеса) представляются как некие преобразования входного потока в выходной под контролем (управлением) управляющего потока с использованием для преобразования "механизма". Бизнес-процессы должны быть представлены на более высоком уровне диаграммы в более или менее общих чертах: чтобы была ясна их суть, однако без лишней детализации, усложняющей понимание и чтение диаграмм. При необходимости более детального рассмотрения они могут быть "декомпозиционированы", т.е. представлены в виде отдельной диаграммы (папки диаграмм), для которой исходный функциональный блок играет роль контекстной диаграммы.

Моделирование проводится в тех случаях, когда требуется не просто описать объект, а выявить его новое содержание. Для решения этой задачи разработана методология информационного моделирования IDEF1.

Цель методологии IDEF1: определить, какая информация требуется для реализации функций, описанных диаграммой IDEF0.

С точки зрения нотации, методология IDEF1 является разновидностью ER-диаграмм (Entity-Relationship – сущность-связь), строго формализованной "адаптированной для совместного использоиния с IDEF0 в рамках единой технологии моделирования. Двойственность этой методологии проявляется в том, что в рамках IDEF0 анализируются функциональные бло-

ки; в рамках IDEF1 – детализируются потоки, взаимодействующие с функциями (блоками). В связи с тем, что необходимо иметь возможность перенесения результатов IDEFl-моделирования в средства проектирования программных систем и баз данных с минимальными дополнительными затратами, в методологии предусмотрен целый ряд мер, повышающий эффективность такой деятельности.

Организации как системы

С понятием "система" тесно связаны такие понятия, как "отношение", "связь", "подсистема", "элемент", "окружающая среда", "часть", "целое", "целостность", "структура". Их нельзя определить обособленно, независимо друг от друга, все они образуют некую концептуальную систему, компоненты которой взаимосвязаны. Все эти понятия являются исходными категориями, определение которых дается аксиоматически, а также через задание присущих объекту свойств и характеристик с последующей конкретизацией более частных видов систем.

Одним из важнейших системообразующих свойств системы является связанность, целостность. В этом аспекте под системой понимается целостное множество элементов, физически или концептуально связанных взаимными отношениями.

Целостность означает, что свойства системы не всегда выводятся только из свойств ее элементов. Все элементы прямо или косвенно связаны друг с другом, и удаление или добавление одного из элементов в общем случае меняет отношение между остальными элементами системы. Каждую систему можно рассматривать как элемент системы более высокого порядка. Элементы любой системы, в свою очередь, могут выступать и как системы более низкого порядка.

Системы относятся к классу организационных, если в их состав помимо технических подсистем входят люди.

Организационные системы (организации) характеризуются рядом присущих им свойств. К их числу относят целенаправленный характер функционирования организаций (как правило, это связано с наличием многих целей одновременно) и иерархическую упорядоченность образующих организацию элементов (подсистем).

При изучении организационных и других сложных систем широко используются методы декомпозиции и синтеза. В результате декомпозиции система представляется как совокупность отдельных подсистем, свойств, характеристик и т.д. Описание же системы в целом дается как результат синтеза описаний, выделенных при декомпозиции.

Принципиальной особенностью любого описания сложных систем, в том числе и декомпозиционно-синтетического, является то, что оно, как правило, бывает неполным, часть информации теряется. В этом смысле различные варианты декомпозиционно-синтетических описаний в целом могут не совпадать, а в своей совокупности – дополнять друг друга.

В самом общем виде в понятии "структура системы" фиксируются относительно инвариантные и статические закономерности существования и развития системы. В силу этого структуризация организационных систем, как и другие системные диалектически вводимые понятия, не является понятием абсолютным и фиксированным, но определяется характером объекта, целями и задачами его построения.

Визуализация представления организационных структур осуществляется с помощью структурных схем. Каждый структурный блок на такой схеме соответствует какому-либо подразделению либо должности в организации; линии, соединяющие блоки, служат для обозначения административного или функционального подчинения и связей элементов.

Окружающая среда определяется как множество не входящих в систему объектов, изменение существенных свойств которых может изменить существенные формы системы. Процесс обеспечивает преобразование материалов, ресурсов, сырья, услуг в производственные продукты и услуги. В подавляющем числе случаев организационные системы имеют иерархическую структуру. Элементы таких структур можно охарактеризовать по уровню иерархии. На рис. 37 представлена структура трехуровневой организационной системы. Вертикальные дуги между элементами отражают информационные связи и отношения подчинения между ними. Вертикальные связи между элементами и процессом отражают непосредственное участие этих элементов в реализации процесса и соответствующие информационные связи. Элементы, имеющие подчиненные элементы, называют управляющими или центрами (Ц).

В соответствии с уровнем иерархии можно выделять центры первого уровня, второго и т.д. (на рис. 38 один центр первого уровня и два центра второго). Элементы, не имеющие подчиненных элементов и непосредственно участвующие в проведении процесса, называют исполнительными или, для краткости, просто элементами (Э).

При моделировании организационных систем бывает удобно объединить исполнительные элементы вместе с соответствующими подпроцессами, в проведении которых они участвуют. На структурной схеме такие элементы можно изображать, например, прямоугольниками, в отличие от изображаемых кружками исполнительных элементов.

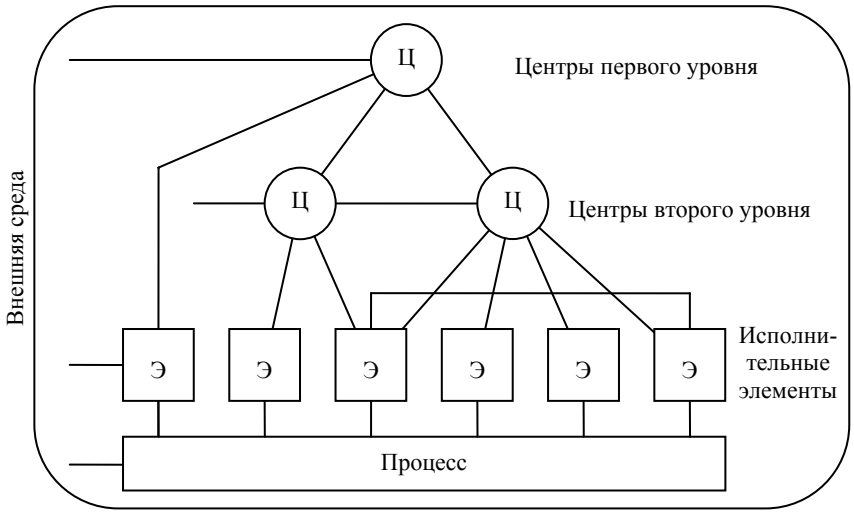

Рис. 37. Пример структуры трехуровневой организационной системы с выделением в качестве отдельного элемента процесса

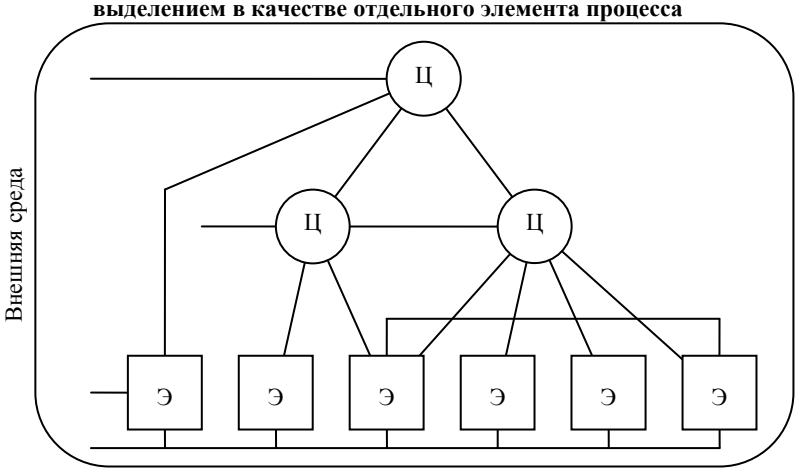

Рис. 38. Пример структуры трехуровневой организационной системы с совмещением исполнительных элементов и процесса

В таких обозначениях изображенная на рис. 37 структура будет иметь вид, представленный на рис. 38.

На рис. 38 помимо вертикальных связей, указывающих отношение подчинения и управления, имеются горизонтальные связи. Для управляющих элементов (центров) эти связи имеют характер информационных связей с внешней средой и между собой, а также связей, отражающих подчинение другим элементам внешней среды. Для исполнительных элементов, помимо информационных связей и связей, характеризующих отношение подчинения, могут присутствовать связи, характеризующие материальные потоки, "проходящие через процесс". В случае необходимости более подробно охарактеризовать тот или иной тип связей целесообразно составлять дополнительные структурные схемы, характеризующие, например, структуру информационных связей элементов, структуру материальных потоков в системе, административную структуру и др.

Административная структура определяется как структурная схема организационной системы, в которой отражаются связи, характеризующие подчинение (административное или функциональное) одного структурного элемента другому.

Направленность подчинения задается либо иерархическим расположением управляющего и подчиненного ему элемента, либо направленностью линий (дуг), отражающих эти связи на структурной схеме. Так, на рис. 39 показан возможный вариант административной структуры для системы, изображенной на рис. 38. Видно, что один из центров второго уровня и один из элементов подчиняются также некоторым центрам, находящимся во внешней среде.

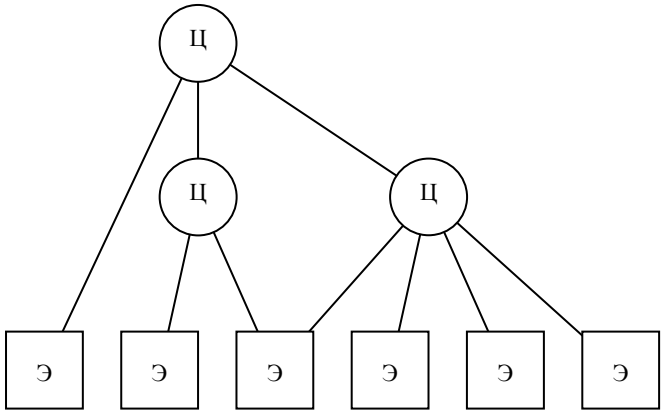

Рис. 39. Пример административной структуры трехуровневой организационной системы

Информационная структура – это структура организационной системы, в которой выделены информационные связи между элементами системы. Описание информационных связей дается заданием направления движения передаваемой информации (от одного элемента к другому) и ее характера.

Информационные связи в организационной системе имеют место прежде всего там, где есть связи подчинения одного элемента другому. В этих случаях они отражают передачу информации между элементами. Информационные связи могут иметь место между элементами, не связанными отношением подчинения, например, это могут быть горизонтальные информационные связи. Таким образом, структура информационных связей организационной системы включает все дуги административной структуры, а также дуги противоположной им направленности. Кроме того, она может содержать дуги между такими элементами, которые не связаны дугами на административной структурной схеме.

Вариант информационной структуры показан на рис. 40. Помимо информационных связей элементов, обусловленных их административным подчинением, в этом примере видны связи между центрами второго уровня и между активными элементами нижнего уровня.

Для описания в организационных системах структуры поставок сырья, ресурсов, продуктов и т.д. используют структурные схемы материальных потоков. Вершины таких структурных схем образуют выделяемые при рассмотрении элементы, а дуги показывают направление перемещения материальных потоков между ними. Пример структуры материальных потоков для организационной системы из шести элементов показан на рис. 41.

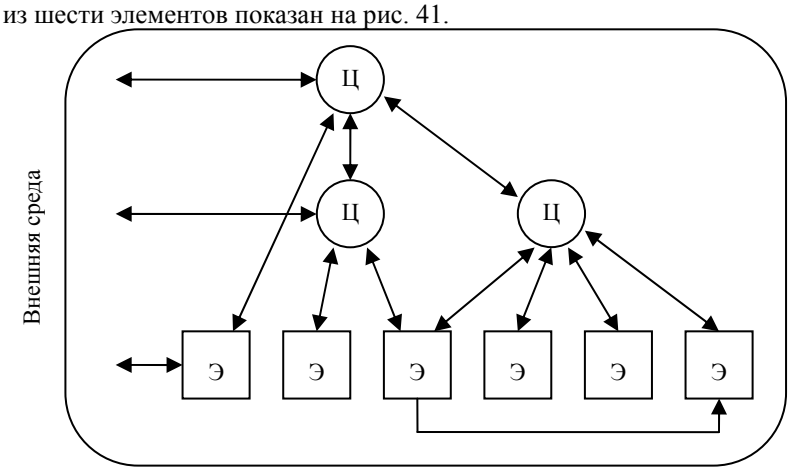

Рис. 40. Пример информационной структурной схемы трехуровневой организационной системы

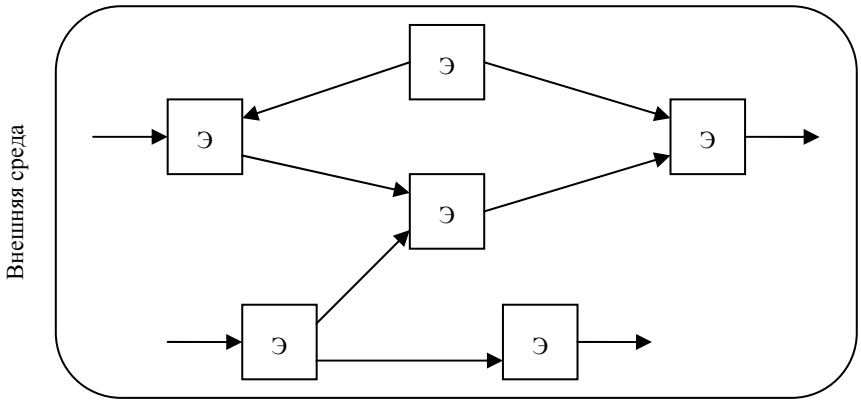

Рис. 41. Пример структуры материальных потоков

Выделение типов структур позволяет продвинуться в их более детальном изучении и классификации. Например, можно изучать свойства организационных структур в зависимости от типологии описывающих их структурных графов (схем) и классифицировать их по этому признаку. Например: линейная, функциональная, линейно-функциональная, матричная структуры.

Возможные варианты структуризации организационных систем на этом не исчерпываются. Так, используется структуризация организационных систем по административно-территориальному признаку, областям деятельности (производственная, труда и социального развития, финансов, капитального строительства, внедрения новой техники, материально-технического обеспечения и т.д.) и др.

Моделирование бизнес-процессов в теории организационных систем

Методология анализа организационных систем (компания, предприятие) во многом опирается на представление этих систем с возможно более простой структурой. В качестве одного из базовых модулей при таком подходе рассматривается двухуровневая система веерного типа.

Каждый элемент системы определяется набором переменных, характеризующих его состояние. Связи между подсистемами изображают в виде графа. Вершины графа соответствуют подсистемам (центру, внешней среде и элементам), а дуги отражают связи между ними. Природа связей может быть самой различной (обмен информацией, сообщение управляющих воздействий, поставки продукции от одного элемента к другому и т.д.).

Связи подразделяют на горизонтальные (между элементами), вертикальные (между центром и элементом) и внешние (между центром, элементами и внешней средой). На рис. 42 приведен пример структуры двухуровневой организационной системы веерного типа.

Центр является управляющим органом и стремится обеспечить эффективное функционирование системы, принимая те или иные решения. Внешняя среда определяется состоянием природы и других подсистем, внешних относительно рассматриваемых.

Состояние организационной системы понимается как совокупность состояний ее элементов. Не любое состояние допустимо в силу наличия тех или иных ограничений и связей. Поэтому следующий шаг в описании организации – описание ограничений, определяющих возможность состояния организации. Эту составляющую модели организации называют моделью ограничений.

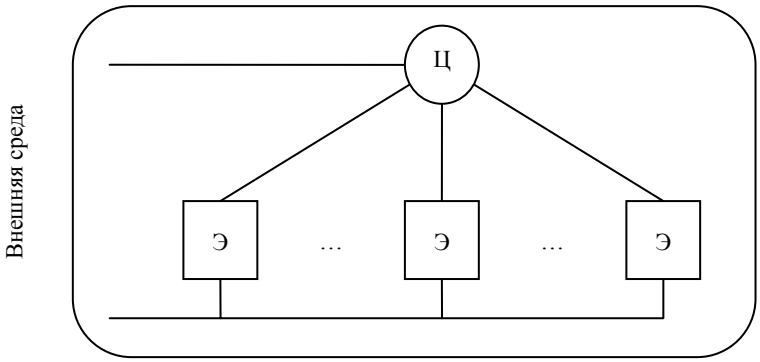

Рис. 42. Структурная форма двухуровневой организационной системы

Двухуровневые организационные системы характеризуются наличием управляющего элемента верхнего уровня (центра), внешней среды и несколькими подчиненными центру элементами (в частном случае центру может быть подчинен только один элемент).

Двухуровневые организационные системы имеют простую структуру, что облегчает их анализ. Вместе с тем, такие структуры обладают многими важными чертами, присущими любым организационным системам: иерархической структурой, приоритетом действий центра, наличием, в частности, несовпадающих целей у элементов системы и определенной сво-

боды действий в достижении этих целей, взаимозависимостью элементов, возможностью наличия разной информированности центра и элементов в системе. На примере двухуровневых систем можно рассмотреть многие проблемы управления организациями.

Помимо структурной схемы описание структуры системы включает набор переменных, задающих состояние каждого ее структурного элемента и системы в целом. Принимается, что для каждого элемента i определен вектор

$$\mathbf{Y} = (y_{i_1}, y_{i_2}, ..., y_{i_m}),$$

образуемый m_i показателями y_{ij}, задающими состояние элемента. Вектор $\mathbf{y_i}$ называется состоянием элемента. Для задания векторов используют также следующую запись

$$\mathbf{y_i} = \{y_{ij}, j \in \mathbf{J}\} = \{y_{ij}\},$$

которая означает, что индекс j принимает все значения из множества

$$\mathbf{J} = \{j : j = 1, 2, ..., m\}.$$

В качестве состояния системы рассматривают совокупность всех состояний ее элементов

$$\mathbf{Y} = \{\mathbf{y}_i, i \in \mathbf{I}\},$$

где $\mathbf{I} = \{i : i = 1, 2, ..., n\}$ обозначает множество всех элементов системы.

Относительно центра предполагают, что это административный орган, с ним вектор состояния не связан. Состояние системы в целом определяется только состоянием составляющих ее элементов. Описание центра как административного органа производится посредством описания его действий по организации функционирования системы. Эта часть описания относится к описанию механизма функционирования организационной системы и возможностей его изменения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В монографии сформулированы и получены следующие основные выводы и результаты:

1. Управление запасами является ключевым фактором в управлении торговым предприятием.
2. Современная тенденция – укрупнение торговых точек, появление торговых сетей и вытеснение отдельных мелких игроков рынка.
3. Проведенный критический анализ существующих математических моделей и методов управления запасами показал, что современная теория управления запасами нуждается в дополнении применительно к крупным торговым предприятиям как типичным представителям торговых сетей.
4. Представлена методика решения задачи многоэтапного управления многопродуктовыми запасами в виде распараллеливания формирования оптимального плана закупок с учетом предполагаемых продаж.
5. Рассмотрена методика вычисления экономической эффективности от применения подсистемы планирования закупок в управлении торговым предприятием.
6. Описаны принципы системного подхода и моделирования в управлении социально-экономическими системами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сергеев, В.И. Корпоративная логистика 300 ответов на вопросы / В.И. Сергеев. – М. : ИНФРА-М, 2004. – 976 с.
2. Дыбская, В. Логистика складирования для практиков / В. Дыбская. – М. : Издательство Альфа-Пресс, 2005. – 208 с.
3. Аникин, Б.А. Логистика / Б.А. Аникин. – М. : ИНФРА-М, 2000. – 352 с.
4. Электронный ресурс http://www.uman.ru/articles/logistics/lgs_intro/ index.html.
5. Электронный ресурс http://www.logist.ru/publication/dnews.pl?action= news&id=68.
6. Бородин, Н.Н. Современные технологии и система управления ресурсами предприятия / Н.Н. Бородин. – Тула : Изд-во Тул. гос. пед. ун-та им. Л.Н. Толстого, 2004. – 113 с.
7. Эрроу Кеннет, Дж. Коллективный выбор и индивидуальные предпочтения ценности / Дж. Эрроу Кеннет. – М. : Изд-во ГУ ВШЭ, 2004. – 204 с.
8. Кейнс, Дж.М. Общая теория занятости, процента и денег / Дж.М. Кейнс. – М. : Гелиос АРВ, 2002. – 352 с.
9. Рыжиков, Ю.И. Теория очередей и управления запасами / Ю.И. Рыжиков. – СПб. : Питер, 2001. – 384 с.
10. Электронный ресурс http://www.glossary.ru/cgi-bin/gl_find.cgi?ph= %EB %EE %E3 %E8 %F1 %F2 %E8 %EA %E0&action.x=0&action.y=0.
11. Электронный ресурс http://www.regadm.tambov.ru/oiv/zdrav/ index.html?id=784.
12. Исследование операций в экономике / Н.Ш. Кремер, Б.А. Путко, И.М. Тришин, М.Н. Фридман ; под ред. проф. Н.Ш. Кремера. – М. : ЮНИТИ, 2004. – 407 с.
13. Шикин, Е.В. Математические методы и модели в управлении. – 2-е изд. / Е.В. Шикин, А.Г. Чхартишви. – М. : Дело, 2002. – 440 с.
14. Кофман, А. Методы и модели исследования операций / А. Кофман, А. Анри-Лабордер. – М. : Мир, 1977.
15. Введение в исследование операций / У. Черчмен, Р. Акоф, Л. Арноф. – М. : Наука, 1968. – 488 с.
16. Сергеев, В.И. Менеджмент в бизнес-логистике / В.И. Сергеев. – М. : Изд-во "Филинъ", 1997. – 772 с.
17. Просветов, Г.И. Математические методы в экономике / Г.И. Просветов. – М. : Изд-во РДЛ, 2004. – 160 с.
18. Электронный ресурс http://www.orsoc.org.uk/about/topic/insight/ stocking.htm.
19. Progress in inventory research. // Proc. of the 4-th Internat. Symp. Budapest: Akad. Kiado, 1989. – 446 p.
20. Petersen, R. Decision systems for inventory management and production planninfg / R. Petersen, E.A. Siver. – N.Y. : Wiley, 1979.
21. 7 нот менеджмента / под ред. В. Краснова и А. Привалова. – 5-е изд. – М. : ЗАО "Журнал Эксперт"; ООО "Издательство ЭКСМО", 2002. – 656 с.
22. Электронный ресурс http://www.apics-redwood.org/article/ art0209CW.htm.
23. Электронный ресурс http://www.big.spb.ru/publications/bigspb/logistics/logistics_aim.shtml.
24. Электронный ресурс http://www.devbusiness.ru/development/ logistics.htm.
25. Электронный ресурс http://www.elfor.ru/information/ dictionary.asp?word=wVpjvtujTmGL4EAHXL_VoA&lang=ru&show=1.
26. Лукинский, В.С. Модели и методы теории логистики / В.С. Лукинский. – СПб. : Питер, 2003. – 176 с.
27. Бауэрсокс, Дж. Логистика. Интегрированная цепь поставок. – 2-е изд. / Дж. Бауэрсокс. – М. : Олимп-Бизнес, 2005. – 640 с.
28. Маликов, О.Б. Деловая логистика / О.Б. Маликов. – СПб. : Политехника, 2003. – 223 с.
29. Электронный ресурс http://www.mclog.ru/sem_uz.shtml.
30. Гаджинский, А.М. Логистика / А.М. Гаджинский. – 11-е изд. – М. : Дашков и К., 2005. – 432 с.
31. Рачков, М.Ю. Оптимальное управление детерминированными и стохастическими системами / М.Ю. Рачков. – М. : Московский гос. индустриальный университет, 2005. – 135 с.
32. Алексеев, В.М. Оптимальное управление / В.М. Алексеев, В.М. Тихомиров, С.В. Фомин. – М. : Физматлит, 2005. – 384 с.
33. Лагоша, Б.А. Оптимальное управление в экономике / Б.А. Лагоша. – М. : Финансы и статистика, 2003. – 192 с.
34. Шимко, П. Оптимальное управление экономическими системами / П. Шимко. – 2-е изд. – М. : Бизнес-Пресса, 2004. – 240 с.
35. Вариационное исчисление и оптимальное управление / В.И. Ванько, О.В. Ермошина, Г.Н. Кувыркин. – М. : МГТУ им. Баумана, 2002. – 487 с.
36. Благодатских, В. Введение в оптимальное управление (линейная теория) / В. Благодатских. – М. : Высшая школа, 2000. – 336 с.
37. БСЭ. – 3-е изд. – М. : Мир, 1970 – 1977.
38. Таха, Х.А. Введение в исследование операций / Х.А. Таха. – 7-е изд. – М. : Издательский дом "Вильямс", 2005. – 912 с.
39. Вентцель, Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология / Вентцель Е.С. – М. : Высшая школа, 2001.
40. Макконелл, К.Р. Экономикс: принципы, проблемы и политика / К.Р. Макконелл. – М. : ИНФРА-М, 2005. – 940 с.
41. Карманов, В.Г. Математическое программирование / В.Г. Карманов. – М. : Академкнига, 2004. – 264 с.
42. Прикладные нечеткие системы / под ред. Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугэно. – М. : "Мир", 1993. – 368 с.
43. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Вентцель. – М. : Наука, 1969. – 576 с.
44. Михайловский, Н.Э. Архитектура информационной системы, оценка рисков и совокупная стоимость владения / Н.Э. Михайловский // Директор ИС. – № 6. – 2002.
45. Козловский, В. Логистический менеджмент / В. Козловский, Э. Козловская, Н. Савруков. – 2-е изд. – СПб. : Политехника, 2002.

46. Майкл Р. Линдерс, Харольд Е. Фирон / Майкл Р. Линдерс, Харольд Е. Фирон. – М. : Виктория–плюс, 2003. – 768 с.
47. Вендеров, А.М. Проектирование программного обеспечения экономических информационных систем / А.М. Вендеров. – М. : Финансы и статистика, 2002. – 352 с.
48. Кремер, Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика / Н.Ш. Кремер. – 2-е изд. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2004. – 573 с.
49. Розен, В.В. Математические модели принятия решений в экономике / В.В. Розен. – М. : Книжный дом "Университет", Высшая школа, 2002. – 288 с.
50. Романов, В.П. Интеллектуальные информационные системы в экономике / В.П. Романов ; под ред. Н.П. Тихомирова. – М. : Изд-во "Экзамен", 2003. – 496 с.
51. Калянов, Г.Н. CASE-технологии. Консалтинг в автоматизации бизнес-процессов / Г.Н. Калянов. – 3-е изд. – М. : Горячая линия–Телеком, 2002. – 320 с.
52. Автоматизированные информационные технологии в экономике / М.И. Семенов, И.Т. Трубилин, В.И. Лойко, Т.П. Барановская ; под общ. ред. И.Т. Трубилина. – М. : Финансы и статистика, 2003. – 416 с.
53. Winston, W.L. Operations research. Applications and algorithms / W.L. Winston. – Belmont : Duxbury.
54. Электронный ресурс http://cluster.tstu.ru/whatis.
55. Вагнер, Г. Основы исследования операций : в 3 т. / Г. Вагнер. – М. : Мир, 1972.
56. Отнес, Р. Прикладной анализ временных рядов / Р. Отнес, Л. Эноксон. – М. : Мир, 1982. – 428 с.
57. Бендат, Дж. Прикладной анализ случайных данных / Дж. Бендат, А. Пирсол. – М. : Мир, 1989. – 540 с.
58. Радионов, А.Р. Логистика: Нормирование сбытовых запасов и оборотных средств предприятия : учеб. пособие / А.Р. Радионов, Р.А. Радионов. – М. : Дело, 2002. – 416 с.

Введение …… 3

1. Общие вопросы управления запасами в логистике ……... 6

2. Современное состояние проблемы управления запасами в торговых предприятиях на примере аптечных сетей ……. 17

3. Существующие методы и модели управления запасами торговых предприятий ……. 20

4. Перспективы развития процессов управления предприятием и практические аспекты решения задачи управления запасами ……. 44

5. Методика решения задачи многоэтапного управления многопродуктовыми запасами …… 63

6. Практические аспекты использования методики планирования закупок в управлении торговым предприятием …… 66

7. Методика вычисления экономической эффективности от применения подсистемы планирования закупок в управлении торговым предприятием ……... 71

8. Системный подход и моделирование в управлении социально-экономическими системами ……. 77

Заключение …… 87

Список литературы ……... 88

Вернуться в библиотеку учебников

Создание и продвижение сайтов