МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный технический университет
имени К. И. Сатпаева

Н. М. Кулжабай, М. Б.Тышканбаева,
Р. Т. Исмаилова, С. Б. Ботаева

ЛОГИСТИКА

Алматы 2014

УДК 658. 7(075.8)
ББК 65.40 я 73
Л 69
Кулжабай Н. М., Тышканбаева М. Б., Исмаилова Р. Т., Ботаева С. Б.
Л 69 Логистика: Учеб. пособие. – Алматы: КазНТУ, 2014. – 295 с.
Ил. 80. Табл. 38.
ISBN 978-601-228-635-9

Книга направлена на организацию самостоятельной работы студентов; активизацию познавательной и творческой деятельности студентов; обеспечение взаимосвязи учебного и исследовательского процессов.

Объектом изучения новой научной и учебной дисциплины «Логистика» являются материальные и связанные с ними информационные, финансовые потоки. Актуальность учебного пособия и резко возрастающий интерес к ее изучению обусловлены потенциальными возможностями повышения эффективности функционирования материалопроводяших систем, которые открывает использование логистического подхода. Логистика позволяет существенно сократить временной интервал между приобретением сырья и полуфабрикатов и поставкой готового продукта потребителю, способствует резкому сокращению материальных запасов, ускоряет процесс получения информации, способствует сокращению затрат через логистическое бюджетирование, повышает уровень сервиса.

Изложены современная концепция и задачи логистики. Охарактеризованы участники логистического процесса, описаны модели механизмов функционирования логистических систем и методы, обеспечивающие повышение эффективности хозяйственной деятельности за счет рациональной организации материальных потоков. После каждого раздела приводятся контрольные вопросы для закрепления материала.

Предназначено для студентов всех экономических специальностей, а также для магистрантов, преподавателей, практических работников сферы распределения, закупок, транспорта, организации торговых и производственных процессов.

УДК 658. 7(075.8)
ББК 65.40 я 73

Рецензенты:

Утепбергенов И. Т. ,д-р тех. наук, проф. каф. «Инженерная кибернетика» Алматинского энергетического института

Амирбекулы Е., д-р экон. наук, проф. каф. «Экономика» КазЭУ имени Т. Рыскулова

Ахметов Б. С., д-р техн. наук, проф., директор ИИиТТ КазНТУ имени К. И. Сатпаева

Печатается по плану издания Министерства образования и науки Республики Казахстан на 2014 г.

ISBN 978-601-228-635-9

© Кулжабай Н. М., Тышканбаева М. Б., Исмаилова Р. Т., Ботаева С. Б., 2014
© КазНТУ, 2014

ВВЕДЕНИЕ

Современная экономика РК, ориентированная на рыночные отношения, характеризуется адаптивностью по удовлетворению разнообразных потребностей рынка, функционирующего в конкурентной среде. Одним из способов повышения эффективности функционирования экономических систем различных масштабов является логистика, которая позволяет оптимизировать всю цепь движения материального потока от производителя до потребителя. Она как часть логики, как отрасль исследований и производственной технологии, как часть науки информатики оформилась в отдельную науку о методах и способах управления потоковыми процессами (процессы в макро- и микро-, мезоуровнях логистических систем) сравнительно недавно. Логистика выросла из математической логики, как науки формализации знания, в науку формализации производства. Логистика (от греч. logistike) – искусство вычислять, рассуждать. Современная логистика занимается системными исследованиями закономерностей движения материальных и сопутствующих им потоков (финансовые, трудовые, технологические, информационные) различного назначения, в т. ч. их особенностями и целями. Изучение характера движения, а также принципов управления материальными потоками, основанных на математическом моделировании параметров и факторов потоков – основные цели логистики. В общенациональном масштабе на логистику приходится существенная доля общих усилий. В РК ВВП составлял 30 трлн. 220 млрд. тг в 2012 г., и ежегодный рост его в среднем составляет 6 %, а ВВП на душу населения составил $12,5 тыс. Эти цифры говорят о том, насколько важна роль логистики при доставке продуктов или товаров любого вида.

Цель настоящего учебного пособия – в сжатой и доступной форме отразить основную проблему современной логистики, ее

основных и вспомогательных подсистем, опираясь на многолетний опыт специалистов данной области.

В учебном пособии рассмотрены основные понятия, концепции, методологический аппарат, функциональные области, основные подсистемы логистики. Подробно изложены вопросы о запасах, складировании, грузопереработке, упаковке, а также логистический сервис.

В настоящее время актуальной задачей является описание и исследование конкретных механизмов функционирования различных социально-экономических систем в экономике, к числу которых относятся и логистические системы.

Первый раздел посвящен основным понятиям логистики и описанию концептуально-методологистических основ и методологического аппрата логистики, а также приводится обзор состояния рынка логистики в Казахстане, раздел составлен Исмаиловой Р. Т. и Тышканбаевой М. Б.

Во втором разделе логистическая система исследуется с позиции теории организационного управления, написанные д-р техн. наук, профессором Кулжабай Н. М. и канд. техн. наук С. Б. Ботаевой. Ими разработаны математические модели логистических подсистем, описаны и исследованы механизмы функционирования логистической системы, включающие понятия закона управления и системы стимулирования.

В третьем разделе разработаны игровые имитационные модели подсистем д-р техн. наук, профессором Кулжабай Н. М.: «Сбыт продукции в логистической системе», «Распределение материальных потоков в логистической системе», «Распределение грузопотоков по видам транспорта», «Распределение грузопотоков по направлениям», «Распределение ресурсов в режиме «автоматов».

Четвертый раздел посвящен изучению информационного обеспечения логистических процессов, теоретических и методических потоков в логистических системах, информационно-коммуникационных аспектов организации и управления информационных технологий и систем в логистике. Раздел подготовлен Тышканбаевой М. Б.

В учебном пособии рассмотрены и конкретные вопросы управления в функциональных областях логистики: логистика закупки, производства, распределения, транспортировки, складирования и грузопереработки, упаковки. Этим вопросам посвящены разделы пятые, шестые, которые подготовлены Исмаиловой Р. Т. и Тышканбаевой М. Б.

Седьмой раздел, который рассматривает проблемы организации сервиса в логистике, подготовлен Исмаиловой Р. Т.

В целях стимулирования развития способности к научному анализу материала, повышения самостоятельной работы обучающихся все разделы пособия содержат перечень вопросов для обсуждения и самопроверки.

Настоящее учебное пособие будет полезно не только студентам определенных специальностей, обучающихся в вузах, преподавателям при подготовке лекционных курсов по логистике, магистрантам, изучающим вопросы логистики, но и широкому кругу читателей, руководителям бизнес-структур, производственной сферы, торговли, сферы услуг.

1. КОНЦЕПТУАЛЬНО-МЕТОДОЛОГИСТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЛОГИСТИКИ

1.1. Понятие логистики

Термин "логистика", известный до недавнего времени лишь узкому кругу специалистов, получает сегодня широкое распространение. Основная причина этого явления заключается в том, что понятие стало использоваться в экономике. Исторически логистика развивалась как военная дисциплина. Здесь термин известен с IX в. н. э. (Византия), обозначает в основном четкую, слаженную работу тыла по обеспечению войск всем необходимым, т. е. работу, которая является значимым составляющим боевого успеха.

При ближайшем знакомстве с понятием "логистика", выясняется, что этой "молодой" науке около двух тысяч лет. А специальные служащие Римской империи, которые отвечали за распределение продовольствия, именовались логистиками. Можно предположить, что одной из причин сдерживания применения логистических принципов в экономике являлась недоразвитость транспортной инфраструктуры и информационных технологий. А так как все это стало формироваться и бурно развиваться именно во второй половине двадцатого века, то и развитие применения логистики в экономике приходится на этот период. Хотя, конечно, нельзя забывать, что основные принципы логистики формировались именно там, где требования к организованности материальных и информационных потоков, гораздо выше, чем в гражданской жизни, – в военном деле. Причем, задолго до применения логистики в экономических системах. Некоторые принципы логистики использовались еще в армии Наполеона, но как целостная военная дисциплина, логистика сформировалась лишь к середине XIX века. В период второй мировой войны логистика активно применялась в материально-техническом снабжении армии США и союзников. Успешное применение логистики в военном деле обсуждается во многих учебниках по логистике [1–5], поэтому остановимся на более позднем и динамично развивающемся направлении логистики –

экономическом. Здесь под логистикой понимается научно-практическое направление хозяйствования, заключающееся в эффективном управлении материальными и связанными с ними информационными и финансовыми потоками в сферах производства и обращения.

Начало широкого использования логистики в экономике приходится на 60–70-е гг. XX в. и связано с достижениями в области информационных технологий. Появившаяся возможность сквозного мониторинга всех этапов движения сырья, деталей и готовой продукции позволила четко увидеть огромные потери, допускаемые в традиционных схемах управления материальными потоками. Явный экономический выигрыш, получаемый от использования логистики в экономике, способствовал ориентации партнеров на сотрудничество в области продвижения товаров.

Несмотря на определенные различия, которые вкладывались в понятие логистики в каждом из названных направлений, оба они выделяют общий и в совокупности специфичный признак: согласованность, рациональность и точный расчет.

Кроме названных научно-практических направлений, имеется исключительно научное направление развития логистики – математическое. Живший в конце XVII в. и начале XVIII в. немецкий философ, математик и языковед Готфрид Вильгельм Лейбниц называл логистикой математическую логику. Этот термин был официально закреплен за математической логикой в 1904 г. на философской конференции в Женеве. В отечественных энциклопедических изданиях XX в. и в словарях иностранных слов термин "логистика" также трактуется как математическая логика.

Будущее логистики связано с глобализацией экономики, интеграции национальной экономики в мировую логистическую сеть, развитие «стройного» производства.

1.1.1. Определение понятия логистики

В современной экономике термин "логистика" начинает использоваться в ситуациях, связанных с четким планированием

согласованной последовательности действий. Расширение сферы применения логистики, которое наблюдается в 80-е и особенно в 90-е гг., объясняется в первую очередь развитием методов управления материальными потоками. Естественно, что при этом идея и метод логистики начинают выходить за рамки управления материальными потоками и применяться в более широком плане. Однако основной потенциал логистики заложен в рационализации управления именно материальными потоками.

В постсоветской и зарубежной экономической литературе можно встретить более широкую трактовку понятия логистики, в которой объект управления не ограничивается материальным потоком. Сегодня к логистике относят управление людскими, энергетическими, информационными, финансовыми и иными потоками, имеющими место в экономических системах. Появились такие термины, как "банковская логистика"; "информационная логистика", «логистическое бюджетирование» и ряд других формулировок.

Для того чтобы принимать обоснованные решения по управлению материальными потоками, необходимы определенные знания. Деятельность по выработке этих знаний относят к логистике; соответственно большая группа определений трактует логистику как науку или научное направление, что *логистика - междисциплинарное научное направление, непосредственно связанное с поиском новых возможностей повышения эффективности движения материальных потоков* [1, 2]**.**

Логистика ставит и решает следующие задачи:

- прогноз спроса и на его основе планирование запасов;
- определение необходимой мощности производства и транспорта;
- разработка научных принципов распределения готовой продукции на основе оптимального управления материальными потоками;
- разработка научных основ управления перегрузочными процессами и транспортно-складскими операциями в пунктах производства и у потребителей;
- построение различных вариантов математических моделей функционирования логистических систем;

- разработка методов совместного планирования, снабжения, производства, складирования, сбыта и отгрузки готовой продукции, а также ряд других задач.

Выработанные наукой знания позволяют принимать обоснованные решения в области управления материальными потоками. Для практической реализации принятых решений нужны конкретные действия. Поэтому другая группа определений рассматривает логистику как хозяйственную деятельность: *логистика – направление хозяйственной деятельности, которое заключается в управлении материальными потоками в сферах производства и обращения*.

Рассмотрим принципиальную схему сквозного материального потока – основного объекта логистики, начиная от первичного источника сырья вплоть до конечного потребителя (рис. 1.1).

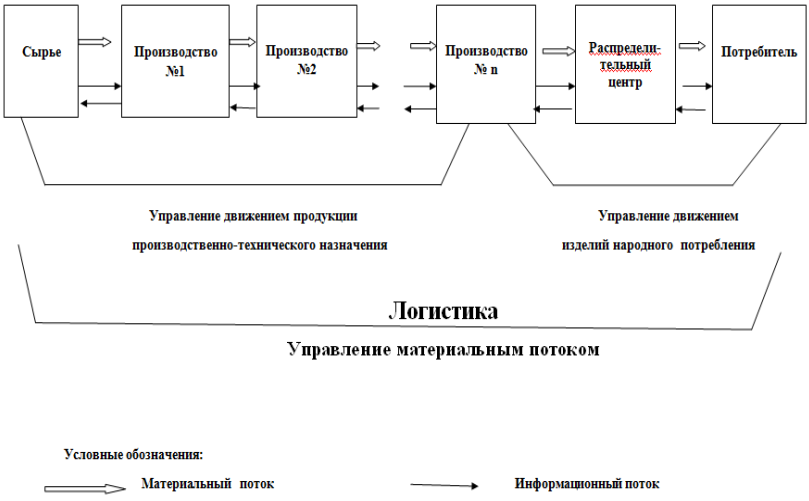


Рис. 1.1. Принципиальная схема материального и информационного потока

Весь путь движения материалов на этой схеме можно разделить на два участка:

- на первом участке движется продукция производственно-технического назначения;

- на втором – изделия народного потребления.

В ходе логистического процесса материальный поток доводится до предприятия, затем организуется его рациональное продвижение через цепь складских и производственных участков, после чего готовая продукция доводится до потребителя в соответствии с заказом последнего.

По мере продвижения по цепи состав материального потока подвергается качественным изменениям. Вначале между источником сырья и первым перерабатывающим предприятием, а также между различными производствами движутся, как правило, массовые однородные грузы. В конце цепи материальный поток представлен разнообразными, готовыми к потреблению товарами. Внутри отдельных производств также имеют место материальные потоки. Здесь между цехами или же внутри цехов перемещаются различные детали, заготовки, полуфабрикаты.

Перечисленные виды деятельности по управлению разнокачественными материальными потоками составляют содержание логистики, которую одноименный терминологический словарь определяет следующим образом: *логистика (logistics) – наука о планировании, контроле и управлении транспортированием, складированием и другими материальными и нематериальными операциями, совершаемыми в процессе доведения сырья и материалов до производственного предприятия, внутризаводской переработки сырья, материалов и полуфабрикатов, доведения готовой продукции до потребителя в соответствии с интересами и требованиями последнего, а также передачи, хранения и обработки соответствующей информации [1, 5–8].*

Настоящее определение трактует логистику как науку. По сути хозяйственной деятельности логистика представлена в определении, которое чаще встречается в зарубежной литературе: *логистика – процесс управления движением и хранением сырья, компонентов и готовой продукции в хозяйственном обороте с момента уплаты денег поставщикам до момента получения денег за доставку готовой продукции потребителю (принцип уплаты денег – получения денег).*

Выделение материального потока в качестве основного объекта управления несколько упрощает видение экономиче-

ских процессов. Однако такое упрощение позволяет ставить и решать задачи сквозного мониторинга движения грузов, начиная от первичного источника сырья через все промежуточные процессы, вплоть до поступления к конечному потребителю. Абстрагирование от ряда факторов и выделение материального потока в качестве основного объекта исследования и управления позволяют проектировать сквозные логистические цепи, изучать и прогнозировать их поведение, существенно сокращая при этом размерность задач моделирования, а также открывает новые возможности формализованного исследования экономических процессов.

На объект логистики можно смотреть с разных точек зрения: с позиции маркетолога, финансиста, менеджера по планированию и управлению производством, ученого. Этим объясняется многообразие определений понятия логистики. Анализ зарубежной и отечественной литературы показал, что сегодня под логистикой понимается:

- новое направление в организации движения грузопотоков;
- теория планирования различных потоков в человеко-машинных системах;
- совокупность различных видов деятельности с целью получения необходимого количества груза в нужном месте в нужное время с минимальными затратами;
- интеграция перевозочного и производственного процесса;
- процесс планирования затрат по перемещению и хранению грузов от производства до потребления;
- форма управления физическим распределением продукта;
- эффективное движение готовой продукции от места производства до места потребления;
- новое научное направление, связанное с разработкой рациональных методов управления материальными и информационными потоками;
- наука о рациональной организации производства и распределения.

В ряде определений подчеркивается высокая значимость творческого начала в решении задач логистики: логистика – это искусство и наука определения потребностей, а также приобре-

тения, распределения и содержания в рабочем состоянии в течение всего жизненного цикла всего того, что обеспечивает эти потребности.

Подытоживая разные подходы к определению данного понятия, приведем исторические и философские определения логистики:

- организация снабжения армии и управление ее перемещениями;
- научные и практические действия, оптимизирующие процессы перевозок;
- разумная организация;
- математическая логика;
- планирование четкой последовательности действий;
- искусство рассуждения и выполнения расчетов;
- это искусство и наука определения потребностей, а также приобретения, распределения и содержания в рабочем состоянии в течение всего жизненного цикла того, что обеспечивает эти потребности.

1.1.2. Специфика логистического подхода к управлению материальными потоками в экономике

Большинство определений трактуют логистику как теорию и практику управления материальными потоками. Как отмечалось выше, эта деятельность осуществлялась человечеством с давних времен. Общепризнанного же определения, которое отражало бы специфику логистики, пока не выработано. Поэтому остановимся несколько подробнее на специфике логистического подхода к управлению материальными потоками, как на макро-, так и на микроуровнях.

На макроуровне цепь, через которую последовательно проходит некоторый материальный поток, состоит из нескольких самостоятельных предприятий. Традиционно управление каждым из этих предприятий осуществляется собственником обособленно (рис. 1.2). При этом задача управления сквозным материальным потоком не ставится и не решается. Не выделяет-

ся также категория "сквозной материальный поток". В результате показатели этого потока, такие как его себестоимость, надежность поступления, качество и другие, на выходе из цепи складываются в значительной степени случайно и, как правило, далеки от оптимальных значений.

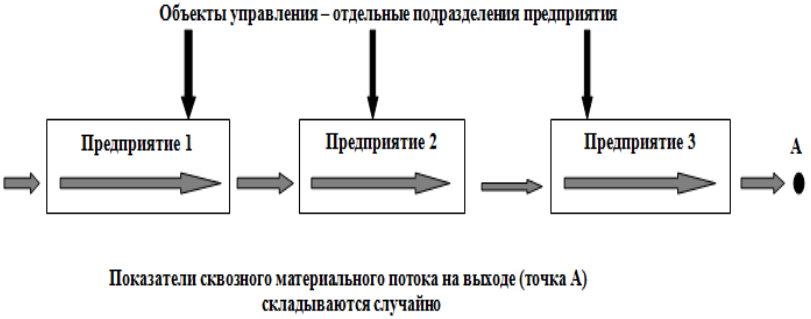


Рис. 1.2. Традиционный подход к управлению материальным потоком на уровне нескольких предприятий

При логистическом подходе объектом управления выступает сквозной материальный поток (рис. 1.3).

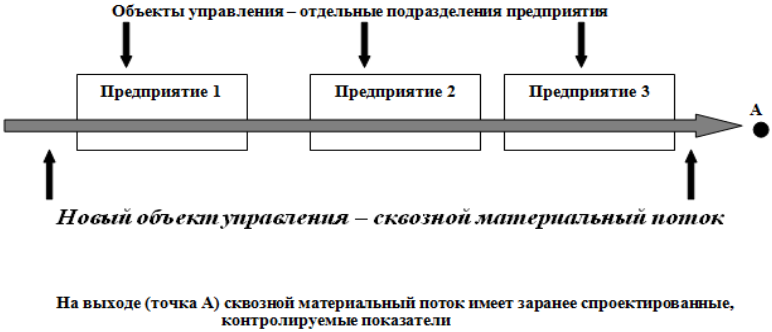


Рис. 1.3. Логистический подход к управлению материальным потоком на макроуровне

При этом обособленность предприятий – звеньев материалопроводящей цепи в значительной степени преодолевается с

целью согласованного управления сквозным материальным потоком. Нужный груз начинает поступать в нужное место, в нужное время, в необходимом количестве, необходимого качества. Продвижение материального потока по всей цепи начинает осуществляться с минимальными затратами.

На микроуровне цепь, через которую последовательно проходит некоторый материальный поток, чаще всего состоит из различных служб одного предприятия (рис. 1.4). При традиционном подходе задача совершенствования сквозного материального потока внутри предприятия, как правило, не имеет приоритетного значения ни для одного из подразделений. Показатели материального потока на выходе из предприятия так же, как и в первом примере, имеют случайное значение и далеки от оптимальных значений.

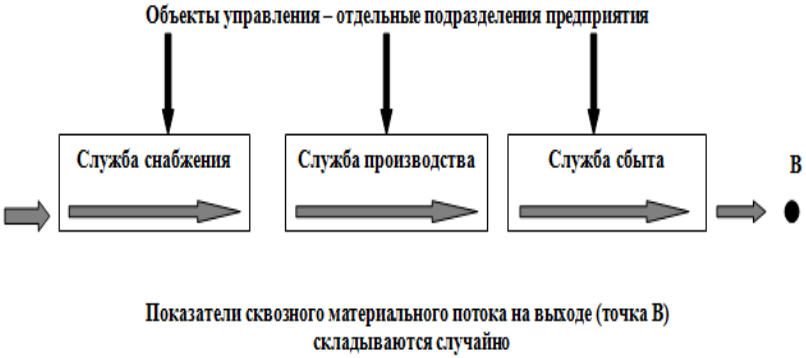


Рис. 1.4. Традиционный подход к управлению материальным потоком на уровне отдельного предприятия

При логистическом подходе на предприятии выделяется и получает существенные права служба, приоритетной задачей которой является управление сквозными материальными потоками, т. е. потоками, которые поступают извне, проходят склады службы снабжения, производственные цеха, склады готовой продукции и затем уходят к потребителю (рис. 1.5). В результате показатели материального потока на выходе из предприятия становятся управляемыми.

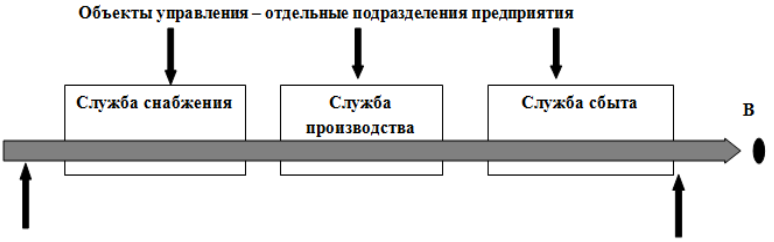


Рис. 1.5. Логистический подход к управлению материальным потоком на уровне отдельного предприятия

Принципиальное отличие логистического подхода в управлении материальными потоками от традиционного подхода заключается в выделении единой функции управления по сравнению с разрозненными материальными потоками; в технической, технологической, экономической и методологической интеграции отдельных звеньев материалопроводящей цепи в единую систему, обеспечивающую эффективное управление сквозными материальными потоками.

1.1.3 Синергетический эффект логистики

Материальный поток, двигаясь от первичного источника сырья через цепь производственных, транспортных и посреднических звеньев к конечному потребителю, постоянно увеличивается в стоимости. Проведенные в Великобритании исследования показали, что в стоимости продукта, попавшего к конечному потребителю, более 70 % составляют расходы, связанные с хранением, транспортировкой, упаковкой и другими операциями, обеспечивающими продвижение материального потока.

Высокая доля расходов на логистику в конечной цене товара показывает, какие резервы улучшения экономических показателей субъектов хозяйствования содержит оптимизация управления материальными потоками.

Рассмотрим главные слагаемые синергетического эффекта от применения логистического подхода к управлению материальными потоками. В сферах производства и обращения применение логистики позволяет:

- снизить запасы на всем пути движения материального потока;
- сократить время прохождения товаров по логистической цепи;
- снизить транспортные расходы;
- сократить затраты ручного труда и соответствующие расходы на операции с грузом.

Значительная доля синергетического эффекта достигается за счет сокращения запасов на всем пути движения материального потока. По данным Европейской промышленной ассоциации, сквозной мониторинг материального потока обеспечивает сокращение материальных запасов на 30–70 % (по данным промышленной ассоциации США снижение запасов происходит в пределах 30–50 %).

Высокая значимость оптимизации запасов объясняется следующим:

- в общей структуре издержек на логистику расходы на содержание запасов составляют более 50 %, включая расходы на управленческий аппарат, а также потери от порчи или кражи товаров;
- большая часть оборотного капитала предприятий, как правило, отвлечена в запасы (от 10 до 50 % всех активов предприятий);
- в производстве расходы по содержанию запасов составляют до 25–30 % от общего объема издержек.

Сокращение запасов при использовании логистики обеспечивается за счет высокой степени согласованности действий участников логистических процессов, за счет повышения надежности поставок, за счет рациональности распределения запасов, а также по ряду других причин.

Следующая составляющая синергетического эффекта от применения логистики образуется за счет сокращения времени прохождения товаров по логистической цепи. Сегодня в общих затратах времени, отводимых на складирование, производственные операции и доставку, затраты времени на собственно изготовление продукта труда составляют в среднем от 2 до 5 %.

Таким образом, свыше 95 % времени оборота приходится на логистические операции. Сокращение этой составляющей позволяет ускорить оборачиваемость капитала, соответственно увеличить прибыль, получаемую в единицу времени, снизить себестоимость продукции.

Синергетический эффект от применения логистики возникает также от снижения транспортных расходов. Оптимизируются маршруты движения транспорта, согласуются графики, сокращаются холостые пробеги, улучшаются другие показатели использования транспорта.

Логистический подход, как уже отмечалось, предполагает высокую степень согласованности участников товародвижения в области технической оснащенности грузоперерабатывающих систем. Применение однотипных средств механизации, одинаковой тары, использование аналогичных технологических приемов грузопереработки во всех звеньях логистической цепи образуют следующую составляющую экономического эффекта от применения логистики – сокращение затрат ручного труда и соответствующих расходов на операции с грузом.

Логистический подход создает также условия для улучшения многих других показателей функционирования материалопроводящей системы, т. к. совершенствуется ее общая организация, повышается взаимная связь отдельных звеньев, улучшается управляемость.

Совокупный синергетический эффект от использования логистики, как правило, превышает сумму эффектов от улучшения перечисленных показателей. Это объясняется возникновением у логистически организованных систем, так называемых интегративных свойств, т. е. качеств, которые присущи всей системе в целом, но не свойственны ни одному из элементов в отдельности.

Интегративные качества логистических систем представляют собой способность этих систем реализовывать конечную цель, которая получила название "семь правил логистики (правило “семи R”)":

Продукт – нужный продукт (right product);

Качество – необходимого качества (right quality);

Количество – в необходимом количестве (right quantity);

Время – должен быть доставлен в нужное время (right time);

Место – в нужное место (right place);

Потребитель – заинтересованный потребитель (right customer);

Затраты – с минимальными затратами (right cost).

Цель логистической деятельности считается достигнутой, если эти семь условий выполнены, т.е. нужный продукт необходимого качества в необходимом количестве доставлен в нужное время в нужное место заинтересованному потребителю с минимальными затратами.

Контрольные вопросы:

1. Приведите известные Вам определения понятия логистики.

2. Логистика в военной сфере и логистика в области экономики: что общего и в чем отличие?

3. Какие задачи ставит и решает логистика как наука?

4. Раскройте причины, по которым во второй половине XX в. в экономически развитых странах наблюдается резкое возрастание интереса к логистике.

5. В чем заключается принципиальное отличие логистического подхода к управлению материальными потоками в экономике от традиционного?

6. В чем заключается эффективность применения логистического подхода к управлению материальными потоками в экономике?

7. Объясните, почему возможность широкомасштабного применения логистики в экономике появляется лишь во второй половине XX века.

8. Назовите и охарактеризуйте этапы развития логистического подхода к управлению материальными потоками в сферах

производства и обращения.

9. Перечислите семь правил логистики, раскройте сущность каждого правила.

10. В чем сущность эффекта синергии логистики?

1.2. Концепции, функции и системы логистики

1.2.1. Концептуальные положения логистики

Концепция – система взглядов, то или иное понимание явлений, процессов; основной, конструктивный принцип различных видов деятельности.

Принцип – основное, исходное положение какой-либо теории, учения, науки. Деятельность по управлению материальными потоками так же, как производственная, торговая и другие виды хозяйственной деятельности, осуществлялась человеком, начиная с самых ранних периодов его экономической деятельности. Новизна логистики заключается, прежде всего, в смене приоритетов между различными видами хозяйственной деятельности в пользу усиления эффективности управления движения материальных и сопутствующих им потоков. Предприниматели лишь сравнительно недавно осознали, каким потенциалом повышения эффективности обладает сквозной мониторинг всех этапов движения сырья, деталей и готовой продукции в экономике [1].

Система взглядов на совершенствование хозяйственной деятельности путем рационализации материальных потоков является концепцией логистики. При этом основным конструктивным принципом, на котором строится управление материальным потоком, является принцип системности, означающий организацию и осуществление закупок, хранения, производства, сбыта и транспортировки как единого процесса.

Материальные потоки в экономике складываются в результате действий многих участников, каждый из которых вообще-то преследует свою собственную цель. Если участники смогут согласовать свою деятельность в целях рационализации совмест-

ного объекта управления – сквозного материального потока, то все вместе они получат существенный экономический выигрыш.

Рационализация материального потока возможна в пределах одного предприятия или даже его подразделения. Однако максимальный эффект можно получить, лишь оптимизируя совокупный материальный поток на всем протяжении от первичного источника сырья вплоть до конечного потребителя либо отдельные значительные его участки. При этом все звенья материалопроводящей цепи, т. е. все элементы макрологистических и микрологистических систем, должны работать как единый слаженный механизм. Для решения этой задачи необходимо подходить с системных позиций к выбору техники, к проектированию взаимоувязанных технологических процессов на различных участках движения материалов, к вопросам согласования зачастую противоречивых экономических интересов и к другим вопросам, касающимся организации материальных потоков.

Наряду с системностью к исходным положениям (принципам) логистики относят: комплексность, научность, конкретность, конструктивность, надежность и вариантность.

Более подробно существо системного подхода к управлению материальными потоками рассматривается ниже.

Кратко охарактеризуем каждый из перечисленных принципов логистики.

Комплексность: формирование всех видов обеспечения (развитой инфраструктуры) для осуществления движения потоков в конкретных условиях; координация действий непосредственных и вспомогательных участников движения ресурсов и продуктов; осуществление централизованного контроля выполнения задач, стоящих перед логистическими структурами фирм; стремление фирм к тесному сотрудничеству с внешними партнерами по товарной цепочке и установлению прочных связей между различными подразделениями фирм в рамках внутренней деятельности.

Научность: усиление расчетного начала на всех стадиях управления потоком от планирования до анализа, выполнение подробных расчетов всех параметров траектории движения по-

тока; признание за квалифицированными кадрами статуса самого важного ресурса логистических структур фирмы.

Конкретность: четкая и точная оценка всех ресурсов, используемых при осуществлении логистического процесса: финансовых, трудовых, материальных и т. д., осуществление движения с наименьшими издержками всех видов ресурсов; руководство логистикой со стороны учетно-калькуляционных подразделений или структурных органов, результаты работы которых измеряются полученной прибылью.

Конструктивность: диспетчеризация потока, непрерывное отслеживание перемещения и изменения каждого объекта потока и оперативная корректировка его движения; тщательное выявление деталей всех операций материально-технического обеспечения и транспортировки товаров.

Надежность: обеспечение безотказности и безопасности движения, резервирование коммуникаций и технических средств для изменения в случае необходимости траектории движения потока;

- широкое использование современных технических средств перемещения и управления движением; высокие скорости и качество поступления информации и технологии ее обработки.

Вариантность: возможность гибкого реагирования фирмы на колебания спроса и другие возмущающие воздействия внешней среды; целенаправленное создание резервных мощностей, загрузка которых осуществляется в соответствии с предварительно разработанными резервными планами фирмы.

Наряду с перечисленными принципами концепция логистики раскрывается также следующими положениями: учет логистических издержек на протяжении всей логистической цепи; гуманизация технологических процессов, создание современных условий труда; развитие логистического сервиса.

Гуманизация технологических процессов и развитие логистического сервиса. Одним из значимых элементов логистических систем являются кадры, т. е. специально обученный персонал, способный с необходимой степенью ответственности выполнять свои функции. Однако работа в сфере управления мате-

риальными потоками традиционно не престижна, что объясняет наличие здесь "вечной" проблемы кадров. Логистический подход, усиливая общественную значимость деятельности в сфере управления материальными потоками, создает объективные предпосылки для привлечения в отрасль кадров, обладающих более высоким трудовым потенциалом. При этом должны адекватно совершенствоваться условия труда. Иначе говоря, если нет современных условий труда и перспектив карьеры, то нет и дисциплинированного, дееспособного, квалифицированного персонала, а значит, элемент "кадры" в логистической системе будет так называемым узким местом.

Развитие логистического сервиса. Нишу на рынке можно занять: повышая качество товара; выпуская новый товар; повышая уровень логистического сервиса. Применение первых двух стратегий объективно ограничено необходимостью больших капитальных вложений. Третий путь гораздо дешевле. Поэтому все большее число предпринимателей обращается к логистическому сервису как к средству повышения конкурентоспособности.

Допустим, что на рынке есть несколько поставщиков, поставляющих товар одинакового качества. В этом случае потребитель отдаст предпочтение тому из них, который в процессе поставки способен обеспечить более высокий уровень сервиса, например, доставит товар точно вовремя, в удобной таре, приемлемыми партиями, с подобранным ассортиментом и т. п.

1.2.2. Функции логистики

В процессе управления материальными потоками в экономике решается множество разнообразных задач. Это – задачи прогнозирования спроса и производства, следовательно, и объема перевозок; определения оптимальных объемов и направлений материальных потоков; организации складирования, паковки, транспортировки и мн. др.

Материальные потоки образуются в результате деятельности различных предприятий и организаций, производящих и потребляющих ту или иную продукцию, оказывающих или поль-

зующихся теми или иными услугами. Ключевую роль в управлении материальными потоками играют предприятия и организации, такие как транспортные предприятия общего пользования, различные экспедиционные фирмы; предприятия оптовой торговли, осуществляющие комплекс логистических операций с товаром; коммерческо-посреднические организации, не работающие с товаром, но оказывающие услуги по организации оптового оборота; предприятия-изготовители, чьи склады сырья и готовой продукции выполняют разнообразные логистические операции.

Силами этих предприятий и организаций формируются материальные потоки, непосредственно осуществляется и контролируется процесс товародвижения.

Каждый из перечисленных участников логистического процесса специализируется на осуществлении какой-либо группы логистических функций. При этом под термином "функция" в дальнейшем будем понимать совокупность действий, однородных с точки зрения цели этих действий, и заметно отличающуюся от другой совокупности действий, имеющих также определенную цель. Логистическая функция – это укрупненная группа логистических операций, направленных на реализацию целей логистической системы.

В табл. 1.1 дается перечень основных логистических функций и их примерное распределение между различными участниками логистического процесса. Каждая из этих функций представляет собой достаточно однородную (с точки зрения цели) совокупность действий. Например, конечной целью всех мероприятий по формированию хозяйственных связей является установление отношений делового партнерства между различными участниками логистического процесса, т. е. формирование связей между элементами макрологистических систем.

Отметим две характерные особенности приведенного комплекса логистических функций: все перечисленные в таблице 1.1 функции взаимоувязаны и направлены на управление материальным потоком, т.е. весь комплекс логистических функций в совокупности также подчинен единой цели; носителями перечислен-

ных функций выступают субъекты, участвующие в логистическом процессе.

Таблица 1.1

Перечень логистических функций

Название логистических функций	Участник логистического процесса			
	транспорт общего пользования	предприятия оптовой торговли	коммерческо-посреднические организации	склады сырья и склады готовой продукции предприятий-изготовителей
Формирование хозяйственных связей по поставкам товаров и ли оказанию услуг, их развитие, корректировка и рационализация	X	X	X	
Определение объемов и направлений материальных потоков		X	X	
Прогноз оценки потребности в перевозках	X	X	X	
Определение последовательности продвижения товаров через места складирования, определение оптимального коэффициента складской звенности при организации товародвижения			X	
Развитие, размещение и организация складского хозяйства		X	X	
Управление запасами в сфере обращения		X	X	
Осуществление перевозки, а также всех необходимых операций в пути следования грузов к пунктам назначения	X			
Выполнение операций, непосредственно предшествующих и завершающих перевозку товаров (упаковка, маркировка, подготовка к погрузке, погрузочно-разгрузочные работы и т.д.)		X		X
Управление складскими операциями (сдача, приемка грузов по количеству и качеству, подсортировку, подготовка необходимого ассортимента, хранение, и т.д)		X		X

Принципиальное отличие логистических функций от аналогичных функций, реализуемых при традиционной организации хозяйственной деятельности, заключается, прежде всего, в их глубокой системной взаимосвязи между собой.

Оптимизация материальных потоков при традиционной модели хозяйствования происходит, как правило, в пределах одной функции без учета последствий в смежных областях.

Критерием эффективности реализации логистических функций является степень достижения конечной цели логистической деятельности, выраженной семью правилами логистики.

1.2.3. Организационная структура логистики на предприятии

Успешное управление материальными потоками на отдельном предприятии возможно лишь в случае выделения соответствующей функции. Динамично изменяющаяся ситуация создает объективную потребность у ряда предприятий в создании службы логистики, отсутствие которой приводит к бессистемности и несогласованности в закупках, хранении, ценах, запасах, длительности производственного цикла, организации сбыта, к замораживанию капитала в складском хозяйстве.

Реализация функции управления материальными потоками в исторически сложившихся структурах управления показана на рис. 1.6.

Директор		
Снабжение	Производство	Сбыт
- контроль состояния запасов материальных ресурсов; - транспортировка сырья; - выполнение погрузо-разгрузочных и транспортно-складских работ; - размещение складов снабжения; - подготовка бюджета закупок	- контроль и управление запасами на всех стадиях технологического процесса производства; - производственное планирование; - производственное складирование; - внутрипроизводственная транспортировка сырья, материалов и полуфабрикатов; - подготовка бюджета производства	- управление и контроль запасов готовой продукции; - выполнение операций на складах готовой продукции - транспортировка готовой продукции; - размещение складов в сбытовой сети; - подготовка бюджета сбыта

Рис. 1.6. Традиционная система управления материальными потоками предприятия

Принципиальный недостаток данной структуры заключается в том, что перечисленные на рисунке группы логистических операций соединены в материалопроводящую функцию по классическому, но не по системному методу. Элементы (операции) есть, однако состав их складывается случайно, т. е. не исключено, что при проектировании сквозного логистического процесса какие-то операции придется добавить, а какие-то исключить.

Связи между операциями четко не определены и устанавливаются зачастую по случайному закону. Организация этих операций в единую функцию специально не осуществляется, нет и носителя этой функции на предприятии. Интегративные свойства как взаимосвязанной, так и организованной совокупности операций в результате не обеспечивают возможности оптимизации управления материальными потоками на предприятии.

На практике это означает, что логистическая функция "растаскивается" по различным службам. Например, одно подразделение производственного предприятия занимается закупками материалов, другое – содержанием запасов, третье – сбытом готовой продукции. При этом цели этих подразделений зачастую могут не совпадать с целями рациональной организации совокупного материального потока, проходящего через предприятие.

Логистический подход предусматривает управление всеми операциями как единой цепью. Для этого на предприятии необходимо выделить специальную логистическую службу, которая будет управлять материальным потоком, начиная от формирования договорных отношений с поставщиком и кончая доставкой покупателю готовой продукции.

Возможная структура органа управления сквозным материальным потоком на предприятии представлена на рис. 1.7.



Рис. 1.7. Организационная структура логистики на предприятии

1.2.4. Функциональная взаимосвязь логистики с маркетингом, планированием производства и финансами

Логистика и маркетинг. Наиболее существенная взаимосвязь у логистики с маркетингом. Выделим следующие задачи, решаемые на производственном предприятии службой маркетинга: анализ окружающей среды и рыночные исследования; анализ потребителей; планирование товара, определение ассортиментной специализации производства; планирование услуг,

оптимизация рыночного поведения по наивыгоднейшему сбыту услуг [1, 2].

Если первые две задачи могут решаться службой маркетинга без участия службы логистики, то третья и четвертая задачи должны решаться совместно.

Допустим, служба маркетинга обосновала необходимость выпуска нового вида продукции. Тогда задачей службы логистики будет обеспечение производства сырьем, управление запасами, транспортировка, причем все в разрезе нового вида продукции.

Решая четвертую задачу, маркетинг определяет для физического распределения строгие рамки требований логистического сервиса. Выполняются эти требования системой логистики.

В общем случае деятельность служб логистики и маркетинга на предприятии тесно переплетается. Покажем их взаимосвязь на примере производства напитков, разлитых в тетрапакеты. Оформление пакетов – функция маркетинга. Прочностные параметры пакетов – логистика. Объем пакета – и маркетинг, и логистика. Геометрические параметры пакета – в большей степени логистика. Нанесение штрихового кода, позволяющего отслеживать движение каждой товарной единицы – задача логистики. Однако, учитывая, что наличие штрихового кода на упаковке является одним из факторов, побуждающих к покупке, его нанесение может быть рекомендовано и службой маркетинга.

Логистика и планирование производства. Служба логистики на предприятии тесно взаимодействует с планированием производства. Это обусловлено тем, что производство зависит от своевременной доставки сырья, материалов, комплектующих частей в определенном количестве и определенного качества. Соответственно служба логистики предприятия, обеспечивающая прохождение сквозного материального потока (следовательно, и организующая снабжение предприятия), должна участвовать в принятии решений о запуске продукции в производство, т. к. обеспечивать производство ресурсами придется ей.

С другой стороны, логистика взаимодействует с производством в процессе организации сбыта готовых изделий. Управляя

материальными потоками в процессе реализации и имея исчерпывающую информацию о рынке сбыта, служба логистики, естественно, должна участвовать в формировании графиков выпуска готовой продукции.

Существенной функцией службы логистики является доставка сырья и комплектующих в цеха непосредственно к рабочим местам и перемещение изготовленной продукции в места хранения. Слабая взаимосвязь производства с логистикой при реализации этой функции приводит к увеличению запасов на разных участках, созданию дополнительной нагрузки на производство.

Одним из основных показателей, характеризующих поставщика и влияющих на организацию всего логистического процесса, является качество поставляемой продукции. Определение оптимального уровня качества, а также контроль за его соблюдением – также совместная задача службы логистики предприятия и службы планирования производства.

Логистика и финансы. Деятельность по управлению материальными потоками на предприятии, как правило, сопряжена с большими расходами. Соответственно деятельность службы логистики тесно связана с деятельностью службы финансов. Например, определяя оптимальные объемы запасов, служба логистики, естественно, будет исходить не только из экономических расчетов, но и из реальных финансовых возможностей предприятия. Совместные решения служб логистики и финансов принимаются также при закупках оборудования для обеспечения логистических процессов. Совместно осуществляются контроль и управление транспортными, а также складскими затратами.

Контрольные вопросы:

1. Назовите концепцию логистики. Раскройте содержание отдельных концептуальных положений.
2. Дайте определение понятию «логистическая функция».
3. Перечислите основных участников логистического процесса.

4. Назовите основные логистические функции транспортно-экспедиционных организаций, предприятий оптовой торговли, коммерческо-посреднических организаций, предприятий-изготовителей товаров.

5. Перечислите задачи, которые решаются службой логистики совместно с другими службами предприятия, а именно со службой маркетинга, финансов, планирования производства. Докажите необходимость совместного решения перечисленных задач.

1.3. Материальные потоки и логистические операции

1.3.1. Понятие материального потока

Понятие материального потока является ключевым в логистике. Материальные потоки образуются в результате транспортировки, складирования и выполнения других материальных операций с сырьем, полуфабрикатами и готовыми изделиями – начиная от первичного источника сырья вплоть до конечного потребителя [1, 2, 8].

Материальные потоки могут протекать между различными предприятиями или внутри одного предприятия. Прежде чем формулировать определение материального потока, разберем конкретный пример материального потока, протекающего внутри склада предприятия оптовой торговли.

На рис. 1.8 приведена принципиальная схема материального потока на складе. Поступающий в рабочее время товар после выгрузки может быть направлен непосредственно на хранение, а может попасть на участок хранения, предварительно пройдя приемку. В выходные дни прибывший груз размещают в приемочной экспедиции, откуда в первый же рабочий день передают на склад. Весь поступивший на склад товар, в конце концов, сосредоточивается на участке хранения.

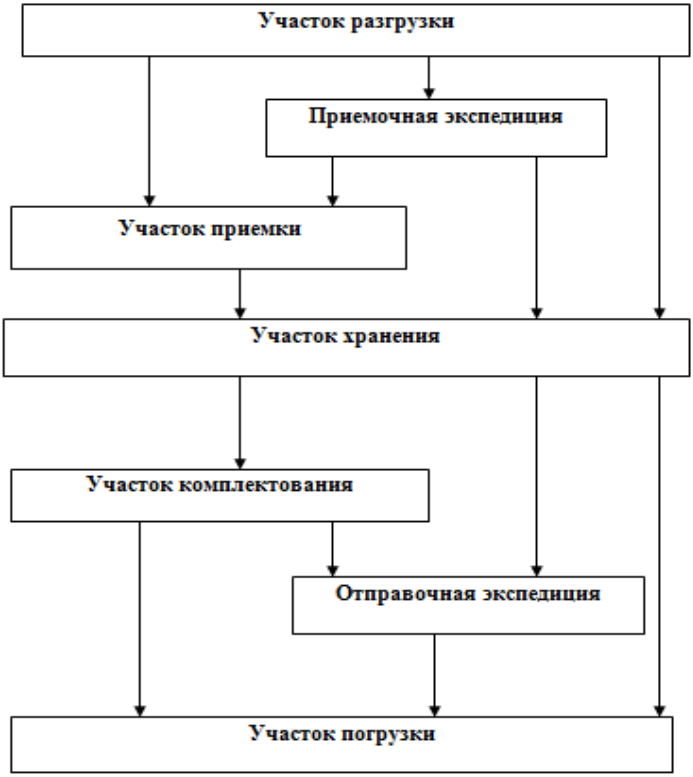


Рис. 1.8. Принципиальная схема материального потока на складе предприятия оптовой торговли

Пути движения груза из зоны хранения на участок погрузки также могут быть различными. На рис. 1.8 изображены 4 варианта:

1) участок хранения – участок погрузки;

2) участок хранения – отправочная экспедиция – участок погрузки;

3) участок хранения – участок комплектования – отправочная экспедиция – участок погрузки;

4) участок хранения – участок комплектования – участок погрузки.

По пути движения груза с ним осуществляются разнообразные операции: разгрузка, укладка на поддоны, перемещение, распаковка, укладка на хранение и т. д. Это так называемые логистические операции. Объем работ по отдельной операции, рассчитанный за определенный временной период (за месяц, за год) представляет собой материальный поток по соответствующей операции. Совокупный материальный поток для всего предприятия оптовой торговли определяется суммированием материальных потоков, протекающих на отдельных участках.

Материальным потоком называются грузы, детали, товарно-материальные ценности, рассматриваемые в процессе приложения к ним различных логистических операций и отнесенные к временному периоду.

Выделение всех операций на пути продвижения грузов, деталей, товарно-материальных ценностей через транспортные, производственные, складские звенья позволяет: увидеть общий процесс продвижения изменяющегося продукта к конечному потребителю; проектировать этот процесс с учетом потребностей рынка.

Размерность материального потока представляет собой дробь, в числителе которой указана единица измерения груза (штуки, тонны и т. д.), а в знаменателе – единица времени (сутки, месяц, год и т. д.). В данном примере размерность материального потока – т/год, с другой стороны имеем некую скорость движения груза.

При осуществлении некоторых логистических операций материальный поток может рассматриваться для заданного момента времени. Тогда он превращается в материальный запас. Например, операция транспортировки груза железнодорожным транспортом. В тот момент, когда груз находится в пути, он является материальным запасом, так называемым запасом в пути.

1.3.2. Виды материальных потоков

Материальные потоки определены как грузы, рассматриваемые в процессе приложения к ним различных логистических операций. Большое разнообразие грузов и логистических опера-

ций осложняет изучение и управление материальными потоками. Решая конкретную задачу, необходимо четко обозначить, какие именно потоки исследуются. При решении одних задач объектом исследования может быть груз, рассматриваемый в процессе приложения большой группы операций. Например, при проектировании распределительной сети и определении количества и размещения складов. При решении других задач, например, при организации внутрискладского логистического процесса, детально изучается каждая операция.

Материальные потоки подразделяют по следующим основным признакам: отношение к логистической системе; натурально-вещественный состав потока; количество образующих поток грузов; удельный вес образующего поток груза; степень совместимости грузов; консистенция грузов.

По отношению к логистической системе материальный поток может быть: *внешним, внутренним, входным и выходным*.

Внешний материальный поток протекает во внешней для предприятия среде. Эту категорию составляют не любые грузы, движущиеся вне предприятия, а лишь те, к организации которых предприятие имеет отношение.

Внутренний материальный поток образуется в результате осуществления логистических операций с грузом внутри логистической системы.

Входной материальный поток поступает в логистическую систему из внешней среды.

Выходной материальный поток поступает из логистической системы во внешнюю среду. Для предприятия оптовой торговли его можно определить, сложив материальные потоки, имеющие место при выполнении операций по погрузке различных видов транспортных средств.

При сохранении на предприятии запасов на одном уровне входной материальный поток будет равен выходному.

По натурально-вещественному составу материальные потоки подразделяют на *одноассортиментные и многоассортиментные*. Такое разделение необходимо, т. к. ассортиментный состав потока существенно отражается на работе с ним. Например, логистический процесс на оптовом продовольственном

рынке, торгующем мясом, рыбой, овощами, фруктами и бакалей, будет существенно отличаться от логистического процесса на картофелехранилище, которое работает с одним наименованием груза.

По количественному признаку материальные потоки бывают массовые, крупные, средние и мелкие.

Массовым считается поток, возникающий в процессе транспортировки грузов не единичным транспортным средством, а их группой, например, железнодорожный состав или несколько десятков вагонов, колонна автомашин, караван судов и т. д.

Крупные потоки – несколько вагонов, автомашин.

Мелкие потоки образуют количества грузов, не позволяющие полностью использовать грузоподъемность транспортного средства и требующие при перевозке совмещения с другими, попутными грузами.

Средние потоки занимают промежуток между крупными и мелкими. К ним относят потоки, которые образуют грузы, поступающие одиночными вагонами или автомобилями.

По удельному весу образующих поток грузов материальные потоки классифицируют на тяжеловесные и легковесные.

Тяжеловесные потоки обеспечивают полное использование грузоподъемности транспортных средств, требуют для хранения меньшего складского объема. Тяжеловесные потоки образуют грузы, у которых масса одного места превышает 1 т (при перевозках водным транспортом) и 0,5 т (при перевозках железнодорожным транспортом). Примером тяжеловесного потока могут служить рассматриваемые в процессе транспортировки металлы.

Легковесные потоки представлены грузами, не позволяющими полностью использовать грузоподъемность транспорта. Одна тонна груза легковесного потока занимает объем более 2 $м^3$, например, табачные изделия в процессе транспортировки образуют легковесные потоки.

По степени совместимости образующих поток грузов выделяют совместимые и несовместимые материальные потоки. Этот признак учитывается в основном при транспортировке, хранении и грузопереработке продовольственных товаров.

По консистенции грузов материальные потоки делят на потоки насыпных, навалочных, тарно-штучных и наливных грузов.

Насыпные грузы (например, зерно) перевозятся без тары. Их главное свойство – сыпучесть. Могут перевозиться в специализированных транспортных средствах: вагонах бункерного типа, открытых вагонах, на платформах, в контейнерах, в автомашинах.

Навалочные грузы (соль, уголь, руда, песок и т. п.), как правило, минерального происхождения. Перевозятся без тары, некоторые могут смерзаться, слеживаться, спекаться. Так же, как и предыдущая группа, обладают сыпучестью.

Тарно-штучные грузы имеют самые различные физико-химические свойства, удельный вес, объем. Это могут быть грузы в контейнерах, ящиках, мешках, грузы без тары, длинномерные и негабаритные грузы.

Наливные грузы – грузы, перевозимые наливом в цистернах и наливных судах. Логистические операции с наливными грузами, например перегрузка, хранение и другое, выполняются с помощью специальных технических средств.

1.3.3. Логистические операции

Как отмечалось, материальный поток образуется в результате совокупности определенных действий с материальными объектами. Эти действия называют логистическими операциями. Однако понятие логистической операции не ограничивается действиями лишь с материальными потоками. Для управления материальным потоком необходимо принимать, обрабатывать и передавать информацию, соответствующую этому потоку. Выполняемые при этом действия также относятся к логистическим операциям.

Образное представление о логистических операциях позволяет сформировать пример производства и доведения до конечного потребителя любого изделия народного потребления. Рассмотрим в качестве примера письменный стол, собранный из пиломатериалов и древесно-стружечных плит. Изначальным

сырьем для производства данного изделия служит дерево, которое необходимо вырастить, спилить, переместить к местам обработки, превратить в конечное изделие и доставить покупателю. Вся совокупность операций может быть подразделена на две большие группы:

- технологические операции по производству материальных благ, т. е. операции, в ходе которых происходит качественное преобразование предмета труда: рубка леса (с целью получения древесины), продольная распиловка бревен, прессование стружки, изготовление деталей мебели, их отделка и конечная сборка письменного стола;

- логистические операции, к которым следует отнести все остальные операции, обеспечивающие наличие нужного предмета или продукта труда в необходимом количестве, в нужном месте, в нужное время. Перечислим некоторые из них: вывоз и сплав бревен из мест лесозаготовок, их доставка на предприятие деревообрабатывающей промышленности, погрузка, разгрузка, укладка на хранение, подача в производственные цеха, вывоз готовых полуфабрикатов и конечных изделий, хранение и доставка конечному потребителю.

Логистические операции, таким образом – это любые операции, совершаемые с вещественными предметами и продуктами труда в сферах производства и обращения, за исключением технологических операций по производству материальных благ.

К логистическим операциям относят также операции по обработке, хранению и передаче соответствующей информации. Согласно отечественному терминологическому словарю по логистике *логистические операции – это совокупность действий, направленных на преобразование материального и/или информационного потока.*

К логистическим операциям с материальным потоком можно отнести погрузку, транспортировку, разгрузку, комплектацию, складирование, упаковку и другие операции. Логистические операции с информационным потоком – это, как отмечалось, сбор, обработка и передача информации, соответствующей материальному потоку. Следует отметить, что из-

держки на выполнение логистических операций с информационными потоками составляют существенную часть логистических издержек.

Выполнение логистических операций с материальным потоком, поступающим в логистическую систему или покидающим ее, отличается от выполнения этих же операций внутри логистической системы. Это объясняется имеющим место переходом права собственности на товар и переходом страховых рисков с одного юридического лица на другое. По этому признаку выделяют односторонние и двусторонние логистические операции. Классификация логистических операций приведена на рис. 1.9.

Некоторые логистические операции являются, по существу, продолжением технологического производственного процесса, например, расфасовка. Эти операции изменяют потребительские свойства товара и могут осуществляться как в сфере производства, так и в сфере обращения, например, в фасовочном цехе предприятия оптовой торговли.



Рис. 1.9. Классификация логистических операций

Логистические операций, выполняемые в процессе снабжения предприятия или сбыта готовой продукции, т. е. операции, выполняемые в процессе "общения логистической системы с

внешним миром", относят к категории внешних логистических операций. Логистические операции, выполняемые внутри логистической системы, называют внутренними. Неопределенность окружающей среды в первую очередь сказывается на характере выполнения внешних логистических операций.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение материального потока.
2. Назовите единицы измерения материального потока.
3. Составьте принципиальную схему материальных потоков на складе торговой базы.
4. Перечислите виды материальных потоков.
5. Дайте определение логистической операции. Перечислите известные Вам логистические операции.
6. Приведите классификацию логистических операций.

1.4. Логистические системы

1.4.1. Понятие системы

Понятие логистической системы является одним из базовых понятий логистики. Существуют разнообразные системы, обеспечивающие функционирование экономического механизма. В этом множестве необходимо выделять именно логистические системы с целью их анализа и совершенствования [1, 2, 8].

Понятие логистической системы является частным по отношению к общему понятию системы. Поэтому дадим вначале определение общему понятию системы, а затем определим, какие системы относят к классу логистических.

"Система (от греч. – целое, составленное из частей; соединение) – множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, образующих определенную целостность, единство".

Существуют четыре свойства, которыми должен обладать объект, чтобы его можно было считать системой.

Первое свойство (целостность и членимость). Система есть целостная совокупность элементов, взаимодействующих друг с другом. Следует иметь в виду, что элементы существуют лишь в системе. Вне системы это лишь объекты, обладающие потенциальной способностью образования системы. Элементы системы могут быть разнокачественными, но одновременно совместимыми.

Второе свойство (связи). Между элементами системы имеются существенные связи, которые с закономерной необходимостью определяют интегративные качества этой системы. Связи могут быть вещественными, информационными, прямыми, обратными и т. д. Связи между элементами внутри системы должны быть более мощными, чем связи отдельных элементов с внешней средой, т. к. в противном случае система не сможет существовать.

Третье свойство (организация). Наличие системоформирующих факторов у элементов системы лишь предполагает возможность ее создания. Для появления системы необходимо сформировать упорядоченные связи, т. е. определенную структуру, организацию системы.

Четвертое свойство (интегративные качества). Наличие у системы интегративных качеств, т. е. качеств, присущих системе в целом, но не свойственных ни одному из ее элементов в отдельности.

1.4.2. Понятие логистической системы и виды

Продвижение материальных потоков осуществляется квалифицированным персоналом с помощью разнообразной техники: транспортные средства, погрузочно-разгрузочные устройства и т. д. В логистический процесс вовлечены различные здания и сооружения, ход процесса существенно зависит от степени подготовленности к нему самих движущихся и периодически накапливаемых в запасах грузов. Совокупность производительных сил, обеспечивающих прохождение грузов, лучше или хуже, но всегда как-то организована. По существу, если имеют

место материальные потоки, то всегда имеет место какая-то товаропроводящая система. Традиционно эти системы специально не проектируются, а возникают как результат деятельности отдельных элементов (различных предприятий, или же подразделений одного предприятия).

Логистика ставит и решает задачу проектирования гармоничных, согласованных материалопроводящих (логистических) систем, с заданными параметрами материальных потоков на выходе. Отличает эти системы высокая степень согласованности входящих в них производительных сил в вопросах управления сквозными материальными потоками.

Первое свойство: система есть целостная совокупность элементов, взаимодействующих друг с другом. Декомпозицию логистических систем на элементы можно осуществлять поразному. На макроуровне при прохождении материального потока от одного предприятия к другому в качестве элементов могут рассматриваться сами эти предприятия, а также связывающий их транспорт (рис. 1.10).

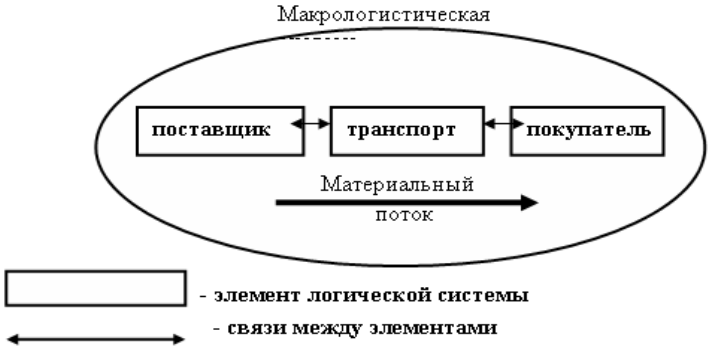


Рис. 1.10. Принципиальная схема макрологистической системы

На микроуровне логистическая система может быть представлена в виде следующих основных подсистем:

Закупка – подсистема, которая обеспечивает поступление материального потока в логистическую систему.

Планирование и управление производством – эта подсистема принимает материальный поток от подсистемы закупок и управляет им в процессе выполнения различных технологических операций, превращающих предмет труда в продукт труда.

Сбыт – подсистема, которая обеспечивает выбытие материального потока из логистической системы.

Как видим, элементы логистических систем разнокачественные, но одновременно совместимые. Совместимость обеспечивается единством цели, которой подчинено функционирование каждого из элементов логистической системы.

Второе свойство (связи): между элементами логистической системы имеются существенные связи, которые с закономерной необходимостью определяют интегративные качества. В макрологистических системах основу связи между элементами составляет договор. В микрологистических системах элементы связаны внутрипроизводственными отношениями.

Третье свойство (организация): связи между элементами логистической системы определенным образом упорядочены, т. е. логистическая система имеет организацию.

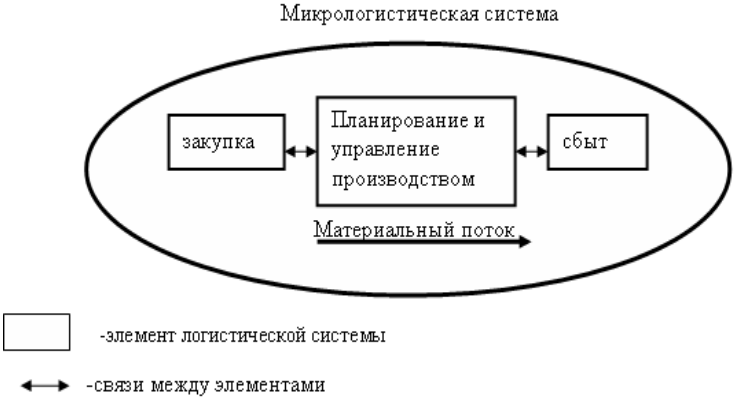


Рис. 1.11. Принципиальная схема микрологистической системы

Четвертое свойство (интегративные качества): логистическая система обладает интегративными качествами, не свойственными ни одному из элементов в отдельности. Это способ-

ность поставить нужный товар в нужное время, в нужное место, необходимого качества, с минимальными затратами, а также способность адаптироваться к изменяющимся условиям внешней среды (изменение спроса на товар или услуги, непредвиденный выход из строя технических средств и т. п.).

Интегративные качества логистической системы позволяют ей закупать материалы, пропускать их через свои производственные мощности и выдавать во внешнюю среду, достигая при этом заранее намеченных целей.

Логистическую систему, способную ответить на возникающий спрос быстрой поставкой нужного товара, можно сравнить с живым организмом. Мускулы этого организма – подъемно-транспортная техника, центральная нервная система – сеть компьютеров на рабочих местах участников логистического процесса, организованная в единую информационную систему. По размерам этот организм может занимать территорию завода или предприятие оптовой торговли, а может охватывать регион или выходить за пределы государства. Он способен адаптироваться, приспосабливаться к возмущениям внешней среды, реагировать на нее в том же темпе, в котором происходят события.

Общепринятое определение логистической системы гласит: *логистическая система – это адаптивная система с обратной связью, выполняющая те или иные логистические функции*. Она, как правило, состоит из нескольких подсистем и имеет развитые связи с внешней средой. В качестве логистической системы можно рассматривать промышленное предприятие, территориально-производственный комплекс, торговое предприятие и т. д. Цель логистической системы – доставка товаров и изделий в заданное место, в нужном количестве и ассортименте, в максимально возможной степени подготовленных к производственному или личному потреблению при заданном уровне издержек [1, 5].

Границы логистической системы определяются циклом обращения средств производства. Вначале закупаются средства производства. В виде материального потока они поступают в логистическую систему, складируются, обрабатываются, вновь хранятся и затем уходят из логистической системы в потребле-

ние в обмен на поступающие в логистическую систему финансовые ресурсы.

Выделение границ логистической системы на базе цикла обращения средств производства получило название принципа "уплаты денег – получения денег" (рис.1.12).

Логистические системы, как уже отмечалось, подразделяют на макро- и микрологистические.

Макрологистическая система – это крупная система управления материальными потоками, охватывающая предприятия и организации промышленности, посреднические, торговые и транспортные организации различных ведомств, расположенных в разных регионах страны или в разных странах. Макрологистическая система представляет собой определенную инфраструктуру экономики региона, страны или группы стран.

При формировании макрологистической системы, охватывающей разные страны, необходимо преодолеть трудности, связанные с правовыми и экономическими особенностями международных экономических отношений, с неодинаковыми условиями поставки товаров, различиями в транспортном законодательстве стран, а также ряд других барьеров.



Рис. 1.12. Взаимосвязь логистической системы с окружающей средой. Принцип «уплата денег – получение денег»

Формирование макрологистических систем в межгосударственных программах требует создания единого экономического пространства, единого рынка без внутренних границ, таможенных препятствий транспортировке товаров, капиталов, информации, трудовых ресурсов.

Микрологистические системы являются подсистемами, структурными составляющими макрологистических систем. К ним относят различные производственные и торговые предприятия, территориально-производственные комплексы. Микрологистические системы представляют собой класс внутрипроизводственных логистических систем, в состав которых входят технологически связанные производства, объединенные единой инфраструктурой.

Выделяют три вида логистических систем: логистические системы с прямыми связями, гибкие и эшелонированные (рис. 1.13).

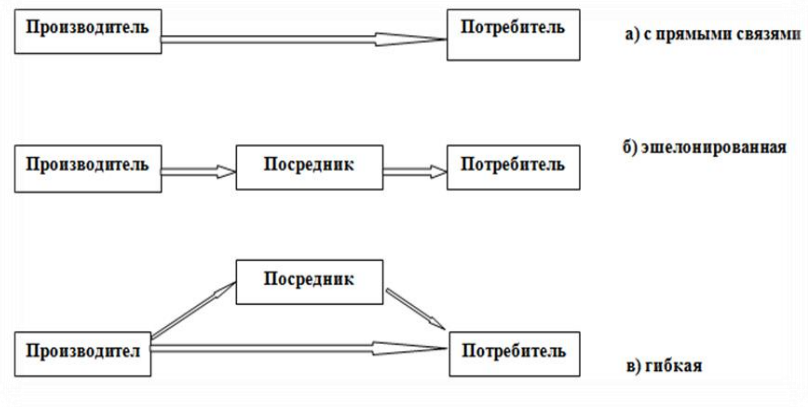


Рис. 1.13. Принципиальные схемы логистических систем различных видов

Логистические системы с прямыми связями. В этих логистических системах материальный поток проходит непосредственно от производителя продукции к ее потребителю, минуя посредников (рис. 1.13 а).

Эшелонированные логистические системы. В таких системах на пути материального потока есть хотя бы один посредник (рисунок 1.13 б).

Гибкие логистические системы. Здесь движение материального потока от производителя продукции к ее потребителю может осуществляться как напрямую, так и через посредников (рис. 1.13 в).

1.4.3. Определение и основные принципы системного подхода

Природа материального потока такова, что на своем пути к потреблению он проходит производственные, складские, транспортные звенья. Организуют и направляют материальный поток разнообразные участники логистического процесса.

Методологической основой сквозного управления материальным потоком является системный подход, принцип реализации которого в концепции логистики поставлен на первое место.

Системный подход – это направление методологии научного познания, в основе которого лежит рассмотрение объектов как систем, что позволяет исследовать трудно наблюдаемые свойства и отношения в объектах.

Системный подход означает, что каждая система является интегрированным целым даже тогда, когда она состоит из отдельных разобщенных подсистем. Системный подход позволяет увидеть изучаемый объект как комплекс взаимосвязанных подсистем, объединенных общей целью: раскрыть его интегративные свойства, внутренние и внешние связи.

Функционирование реальных логистических систем характеризуется наличием сложных стохастических связей как внутри этих систем, так и в их отношениях с окружающей средой. В этих условиях принятие частных решений без учета общих целей функционирования системы и предъявляемых к ней требований может оказаться недостаточным, а возможно, и ошибочным.

Системный подход не существует в виде строгой методологической концепции. Это своего рода совокупность познава-

тельных принципов, соблюдение которых позволяет определенным образом сориентировать конкретные исследования.

При формировании логистических систем должны учитываться следующие принципы системного подхода:

При формировании логистических систем должны учитываться следующие *принципы системного подхода.*

1. *Принцип последовательного продвижения по этапам создания системы.* Соблюдение этого принципа означает, что система сначала должна исследоваться на макроуровне, т. е. во взаимоотношении с окружающей средой, а затем на микроуровне, т. е. внутри своей структуры.

2. *Принцип согласования информационных, ресурсных и других характеристик проектируемых систем.*

3. *Принцип отсутствия конфликтов между целями отдельных подсистем и целями всей системы.*

1.4.4. Сравнительная характеристика классического и системного подходов к формированию систем

Существо системного подхода отчетливо проявляется при его сравнении с классическим индуктивным подходом к формированию систем. Классический подход означает переход от частного к общему (индукция). Формирование системы при классическом подходе к этому процессу происходит путем слияния ее компонентов, разрабатываемых отдельно.

На первом этапе определяются цели функционирования отдельных подсистем. Затем, на втором этапе, анализируется информация, необходимая для формирования отдельных подсистем. И, наконец, на третьем этапе формируются подсистемы, которые в совокупности образуют работоспособную систему.

В отличие от классического системный подход предполагает последовательный переход от общего к частному, когда в основе рассмотрения лежит конечная цель, ради которой создается система. Последовательность формирования системы при системном подходе также включает несколько этапов:

Первый этап. Определяются и формулируются цели функционирования системы.

Второй этап. На основании анализа цели функционирования системы и ограничений внешней среды определяются требования, которым должна удовлетворять система.

Третий этап. На базе этих требований формируются ориентировочно некоторые подсистемы.

Четвертый этап. Наиболее сложный этап синтеза системы: анализ различных вариантов и выбор подсистем, организация их в единую систему. При этом используются критерии выбора. В логистике один из основных методов синтеза систем – моделирование.

Контрольные вопросы:

1. Дайте развернутое определение понятию «система».
2. Охарактеризуйте свойства логистических систем в разрезе каждого из четырех свойств, присущих любой системе.
3. Дайте определение логистической системе.
4. Что такое «макрологистическая система»? Назовите элементы макрологистических систем, охарактеризуйте связи между элементами, организацию, назовите интегративные качества макрологистических систем. Приведите пример макрологистической системы.
5. Назовите и охарактеризуйте известные вам виды макрологистических систем.
6. Что такое «микрологистическая система»? Элементы, характер связей, организация, интегративные качества.
7. Как выделить границы логистической системы?
8. В чем принципиальное отличие характера связей между элементами макрологистических и микрологистических систем?
9. Приведите два примера логистических систем с разной степенью интеграции отдельных элементов в единую систему.

1.5. Методологический аппарат логистики

Объектом изучения логистики являются материальные и соответствующие им финансовые и информационные потоки. Эти потоки на своем пути от первичного источника сырья до конечного потребителя проходят различные производственные, транспортные, складские звенья. При традиционном подходе задачи по управлению материальными потоками в каждом звене решаются в значительной степени обособленно. Отдельные звенья представляют при этом так называемые закрытые системы, изолированные от систем своих партнеров технически, технологически, экономически и методологически. Управление хозяйственными процессами в пределах закрытых систем осуществляется с помощью общеизвестных методов планирования и управления производственными и экономическими системами. Эти методы продолжают применяться и при логистическом подходе к управлению материальными потоками. Однако переход от изолированной разработки в значительной степени самостоятельных систем к интегрированным логистическим системам требует расширения методологической базы управления материальными потоками [1].

К основным методам, применяемым для решения научных и практических задач в области логистики, следует отнести: *методы системного анализа; методы теории исследования операций; кибернетический подход; прогностику.*

Применение этих методов позволяет прогнозировать материальные потоки, создавать интегрированные системы управления и контроля их движения, разрабатывать системы логистического обслуживания, оптимизировать запасы и решать ряд других задач.

Принятие решений по управлению материальными потоками до начала широкого применения логистики в значительной степени основывалось на интуиции квалифицированных снабженцев, сбытовиков, производственников, транспортников. Развивая методологический аппарат, современная логистика, наряду с разработкой и использованием формализованных методов принятия решений, изыскивает возможности широкого применения опыта названной категории профессионалов.

Широкое применение в логистике имеют различные модели, т. е. исследования логистических систем и процессов путем построения и изучения их моделей. При этом под логистической моделью понимается любой абстрактный или материальный образ логистического процесса или логистической системы, используемый в качестве имитатора их поведения.

1.5.1. Анализ полной стоимости в логистике

Эффективным методом управления материальными потоками является *анализ полной стоимости*, который часто называют концепцией полной стоимости. Этот метод лежит в основе теории и практики логистики.

Анализ полной стоимости означает учет всех экономических изменений, возникающих при каких-либо изменениях в логистической системе.

Применение анализа полной стоимости означает идентификацию всех затрат в логистической системе и такую их перегруппировку, которая позволит уменьшить суммарные затраты. Анализ полной стоимости первоначально использовался на транспорте для сравнения различных вариантов транспортировки. Впоследствии этот метод стали использовать в профессиональной деятельности менеджеров по логистике всюду, где необходимо сделать выбор из двух и более альтернатив.

Применение анализа полной стоимости предполагает возможность варьирования ценой при поиске решений, т. е. возможность повысить затраты в одной области, если в целом по системе это приведет к экономии.

Перечислим характерные примеры применения метода.

- Выбор между приобретением собственного склада или использованием склада общего пользования.

- Выбор между созданием одного централизованного склада или нескольких децентрализованных распределительных центров.

- Альтернатива между редкими закупками сырья в больших объемах или частыми закупами, но в меньших объемах. Изме-

нение маршрута доставки груза с целью экономии затрат или лучшего удовлетворения спроса.

Использование системы так называемого постоянного пополнения запасов (при котором поставщик несет прямую ответственность за полное обеспечение фирмы сырьем и комплектующими, необходимыми для завершения производства определенного продукта или выполнения определенного заказа).

Внесение изменений в цикл заказа (время от момента, когда заказчик решил приобрести определенный продукт, до момента завершения поставки этого продукта конечному потребителю включает время на передачу заказа продавцу выполнение заказа и его отправку).

Изменение графика производства (увеличение или уменьшение продолжительности производственного цикла или регулирование текущих объемов производства до того, как возникнут отклонения из-за изменившихся размеров спроса).

1.5.2. Моделирование в логистике

Моделирование основывается на подобии систем или процессов, которое может быть полным или частичным. Основная цель моделирования – прогноз поведения процесса или системы. Ключевой вопрос моделирования: "Что будет, если...?"

Существенной характеристикой любой модели является степень полноты подобия модели моделируемому объекту. Классификация моделей по различным признакам можно представить следующим образом (рис. 1.14). Самый верхний уровень классификации делит модели на изоморфные и гомоморфные. Следующий уровень в гомоморфной ветке – абстрактные и материальные. Самые распространенные модели в логистике – математические модели. Приведем более подробную характеристику моделей.

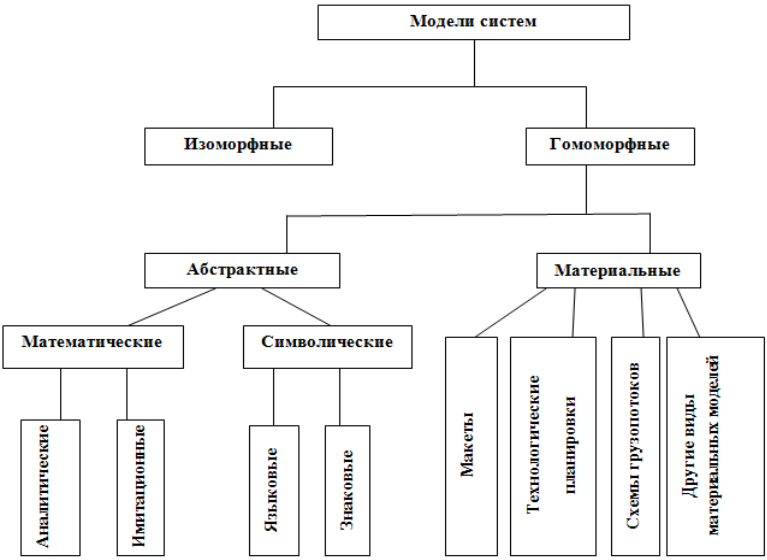


Рис. 1.14. Классификация моделей

Изоморфные модели – это модели, включающие все характеристики объекта-оригинала, способные, по существу, заменить его. Если можно создать и наблюдать изоморфную модель, то наши знания о реальном объекте будут точными. В этом случае мы сможем точно предсказать поведение объекта.

Гомоморфные модели. В их основе лежит неполное, частичное подобие модели изучаемому объекту. При этом некоторые стороны функционирования реального объекта не моделируются совсем. В результате упрощаются построение модели и интерпретация результатов исследования.

Следующим признаком классификации является *материальные модели*. В соответствии с этим признаком выделяют *материальные и абстрактные модели*.

Материальные модели воспроизводят основные геометрические, физические, динамические и функциональные характеристики изучаемого явления или объекта. К этой категории относятся, в частности, уменьшенные макеты предприятий опто-

вой торговли, позволяющие решить вопросы оптимального размещения оборудования и организации грузовых потоков.

Абстрактное моделирование часто является единственным способом моделирования в логистике. Его подразделяют на символическое и математическое.

К символическим моделям относят языковые и знаковые.

Языковые модели – это словесные модели, в основе которых лежит набор слов (словарь), очищенных от неоднозначности. Этот словарь называется "тезаурус". В нем каждому слову может соответствовать лишь единственное понятие, в то время как в обычном словаре одному слову могут соответствовать несколько понятий.

Знаковые модели. Если ввести условное обозначение отдельных понятий, т. е. знаки, а также договориться об операциях между этими знаками, то можно дать символическое описание объекта.

Математическим моделированием называется процесс установления соответствия данному реальному объекту некоторого математического объекта, называемого математической моделью. В логистике широко применяются два вида математического моделирования: *аналитическое и имитационное*.

Аналитическое моделирование – это математический прием исследования логистических систем, позволяющий получать точные решения.

Аналитическое моделирование осуществляется в следующем порядке.

Первый этап. Формулируются математические законы, связывающие объекты системы. Эти законы записываются в виде некоторых функциональных соотношений (алгебраических, дифференциальных и т. п.).

Второй этап. Решение уравнений, получение теоретических результатов.

Третий этап. Сопоставление полученных теоретических результатов с практикой (проверка на адекватность).

Наиболее полное исследование процесса функционирования системы можно провести, если известны явные зависимости, связывающие искомые характеристики с начальными усло-

виями, параметрами и переменными системами. Однако такие зависимости удается получить только для сравнительно простых систем. При усложнении систем исследование их аналитическими методами наталкивается на определенные трудности, что является существенным недостатком метода. В этом случае, чтобы использовать аналитический метод, необходимо существенно упростить первоначальную модель, чтобы иметь возможность изучить хотя бы общие свойства системы.

К достоинствам аналитического моделирования относят большую силу обобщения и многократность использования.

Другим видом математического моделирования является *имитационное моделирование.*

Как уже отмечалось, логистические системы функционируют в условиях неопределенности окружающей среды. При управлении материальными потоками должны учитываться факторы, многие из которых носят вероятностный характер. В этих условиях создание аналитической модели, устанавливающей четкие количественные соотношения между различными составляющими логистических процессов, может оказаться либо невозможным, либо слишком дорогим.

При имитационном моделировании закономерности, определяющие характер количественных отношений внутри логистических процессов, остаются непознанными. В этом плане логистический процесс остается для экспериментатора "черным ящиком".

Имитационное моделирование включает в себя *два основных процесса*: *первый* – конструирование модели реальной системы, *второй* – постановка экспериментов на этой модели.

При этом могут преследоваться следующие цели: а) понять поведение логистической системы; б) выбрать стратегию, обеспечивающую наиболее эффективное функционирование логистической системы.

Таким образом, основным достоинством имитационного моделирования является то, что этим методом можно решать более сложные задачи. Имитационные модели позволяют достаточно просто учитывать случайные воздействия и другие факторы, которые создают трудности при аналитическом исследова-

нии. При имитационном моделировании воспроизводится процесс функционирования системы во времени. Причем имитируются элементарные явления, составляющие процесс с сохранением их логической структуры и последовательности протекания во времени. Имитационное моделирование позоляет проводит так называемый «численный» эксперимент, благодаря вычислительной технике, т. к. в конечном счете это прграммная продукция.

Недостатки имитационного моделирования:

1. Исследования с помощью этого метода обходятся дорого.

1.1. Необходим высококвалифицированный специалист-программист.

1.2. Необходимо большое количество машинного времени.

1.3. Модели разрабатываются для конкретных условий и не могут применяться для других похожих моделей.

2. Велика возможность ложной имитации. Это может произойти даже при незначительных изменениях в реальных условиях.

Описание имитационной модели можно завершить словами Р. Шеннона: «Разработка и применение имитационных моделей в большей степени искусство, чем наука. Следовательно, успех или неудача в большей степени зависят не от метода, а от того, как он применяется» [7].

Контрольные вопросы:

1. Охарактеризуйте объект исследований в области логистики, а также применяемый методологический аппарат.

2. Дайте определения логистической модели и логистического моделирования.

3. Охарактеризуйте метод аналитического моделирования логистических систем. Назовите его преимущества и недостатки.

4. Что такое имитационное моделирование логистических систем? Из каких процессов состоит, какие цели преследует?

5. В каких случаях рекомендуется применять метод имитационного моделирования?

6. Дайте определение системного подхода.

7. Сделайте сравнительную характеристику классического

и системного подходов к формированию систем.

8. Приведите пример классического и системного подходов к формированию материалопроводящих систем. В чем, на ваш взгляд, заключается эффект от использования принципов системного подхода?

1.6. Состояние рынка логистики в Казахстане

В мировой экономической системе логистика прочно завоевала свои позиции как наиболее эффективный, рыночно- ориентированный способ планирования, формирования и развития, товароматериальных и сопутствующих им потоков с наименьшими издержками во всей логистической цепи. Важнейшим фактором экономического роста становится формирование интегрированных логистических систем, охватывающих как отдельные сферы предпринимательства, так и целые регионы и государства, в этом плане Казахстан не исключение. Кроме того, признание всевозрастающей роли логистики в экономике Республики Казахстан совпало с началом перехода ее к рыночным отношениям и формированием и развитием экономики кластера. [10–12].

Республика Казахстан, будучи в центре евразийского континента, на стыке Европы и Азии является транзитным мостом между Европой и Азией, а также между Россией и Китаем. Благодаря этому она обладает значительным транзитным потенциалом, предоставляя азиатским странам географически единственную наземную транспортную связь с Россией и Европой, которая существенно сократит расстояние грузопотока.

Развитие рынка логистики в РК набирает темпы. Это развитие транспортной логистической системы, системы складских терминалов и логистические центры как национальные, так и зарубежные. Со стороны государства определены основные направления развития логистических систем страны. В марте 2006 г. принята **«Стратегия территориального развития Республики Казахстан до 2015 года»**, которая определяет Казахстан как трансконтинентальный экономический мост взаимодействия европейской, азиатско-тихоокеанской и южно-азиатской экономиче-

ских систем. Используя имеющийся потенциал логистического кластера, Казахстан может стать развитым сервисным центром региона по предоставлению широкого спектра услуг, отвечающих международным стандартам.

В феврале 2011 г. Министерством транспорта и коммуникаций Республики Казахстан совместно с Национальной экономической палатой «Атамекен» и Торгово-промышленной палатой Республики Казахстан начата деятельность рабочей группы по развитию транспортно-логистических систем в страны. Рабочая группа разрабатывает Концепцию развития логистической системы Республики Казахстан до 2020 года. Кроме того, планируется подготовить проект краткосрочных мер по развитию данной отрасли с последующей разработкой Дорожной карты.

Совершенствование действующих и внедрение новых методов научного обоснования развития опорной сети ЛЦ приобретает особую актуальность в плане перспективы создания в РК логистических центров различных уровней, образующих в совокупности интегрированную транспортно-логистическую систему как прототип формируемого в республике Казахстан транспортно-логистического кластера – одной из наиболее прогрессивных форм ускоренного инновационного развития страны.

Следует отметить, что на рынке Республики Казахстан присутствуют международные логистические операторы, которые рассредоточены по всей территории страны. Это такие известные международные компаний, как DHL, UPS, TNT, Panalpina, AsstrA, STS Logistics, также дистрибьюторы крупных международных компаний как, например, Unilever, Procter&Gamble и др.

Потребность в конкретном теоретическом аппарате и практическом инструментарии логистического управления национальной экономики, безусловно, высокая. Проведение детального экономического анализа не является задачей настоящего учебного пособия, но отметим некоторые принципиальные трудности, имеющиеся на пути развития логистической концепции РК:

- неравномерное развитие сферы обращения, отставания сферы снабжения от сферы сбыта;

- отставание инфраструктуры экономики, также развитой логистической сети по всей республике;
- недостаточный уровень развития производственно-технической и технологической базы складского хозяйства;
- высокая изношенность имеющейся дорожно-эксплуатационной техники; эксплуатирование значительной части автотранспортной инфраструктуры за пределами нормативного срока;
- недостаточно развитая сеть железных дорог, рост износа основных средств в железнодорожной отрасли;
- дефицит пассажирского подвижного состава; низкий уровень сервиса и отсутствие конкуренции; недостаточное финансирование обновления и развития железнодорожного транспорта; несоответствие действующих принципов тарифообразования и механизм регулирования; отсутствие ориентированность перевозчика на клиента;
- проблемы сферы гражданской авиации: устаревшие парки региональных воздушных судов, несоответствие стандартам Международной авиаперевозки;
- недостаточная мощность водного транспорта, портовой инфраструктуры, слабая развитость сервисной инфраструктуры, дефицит квалифицированных отечественных специалистов, необходимость реконструкции судоходных шлюзов;
- нехватка квалифицированных кадров рынка логистики. В республике вузы начали готовить специалистов по логистике только с 2010 года. Недостаточная государственная поддержка подготовки специалистов, пока количество грантового финансирования бакалавров и магистрантов по логистике составляет лишь малую часть от общего количества госгрантов. По своей значимости направление логистического развития должна быть приравнена к техническому направлению образовательных программ.

В настоящее время приложены достаточные усилия для улучшения позиции РК в рейтинге LPI (Logistic Performance Index) на 2014 г. и создать благоприятные условия для позиционирования Казахстана в качестве крупнейшего логистического хаба Центрально-Азиатского региона. LPI – индекс Всемирного

банка, рассматривает легкость осуществления поставок товаров и состояние торговой логистики на национальном и международном уровне. Показатель измеряет эффективность работы цепей поставок в международной торговле и оценивается каждые 2 года. Индекс оценивает следующие подиндикаторы: 1) эффективность работы таможенных органов; 2) качество инфраструктуры; 3) простоту организации международных поставок товаров; 4) компетенцию в логистике; 5) возможность отслеживания товара на протяжении всей цепочки поставок; 6) соблюдение сроков поставки товара.

LPI для каждой страны рассчитывается на основе информации, полученной с помощью анкет от большого количества крупнейших международных логистических компаний. Итак, LPI представляет собой средневзвешенное данных 6 подиндикаторов, характеризующих логистическую систему страны. По итогам последнего отчета Всемирного банка «Связи во имя конкуренции – 2012: Торговая логистика в глобальной экономике» Казахстан в рейтинге LPI занял 86-е место из 155 стран мира. Оценка эффективности логистики (LPI) в 2012 г. осуществлялась в 155 странах по шкале от 1 (минимум) до 5 (максимум) [13].

Анализируемые 6 подиндикаторов индекса эффективности логистики: эффективность работы таможенных органов, качество транспортной инфраструктуры, простота организации международных поставок товара, компетентность логистических операций, возможность отслеживать грузы, по результатам даются конкретные рекомендации по их улучшению.

В рамках Программы совместных экономических исследований между Правительством РК и Всемирным банком на 2012–2013 гг. по инструментам транспортной логистики, реализуемым в РК, в частности: строительство железных дорог Жезказган – Бейнеу и Аркалык – Шубарколь, развитие инфраструктуры Международного центра приграничного сотрудничества «Хоргос» и Специальной экономической зоны «Хоргос – Восточные ворота», проект скоростных контейнерных поездов «ШАТТЛ», проекты «Глобальный партнер», «Логистическая карта Казахстана», контейнерный сервис по маршруту «Чунцин – Дуйсбург» и др. должны быть достигнуты хорошие результа-

ты. Реализация всех этих проектов будет способствовать повышению эффективности процессов транспортной логистики и развитию транзитного потенциала РК.

Контрольные вопросы:

1. Каковы проблемы развития логистического рынка РК?
2. Дайте характеристику индексу LPI.
3. Каков транзитный потенциал РК?
4. Какие проекты осуществляются в РК для повышения транспортного потенциала РК?
5. Какова роль таможенного союза в развитии рынка логистики?

2. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

2.1. Организационный механизм логистической системы

В работах по теории управления в организационных системах [14–19] существует понятие механизма функционирования организационной системы. Он является эффективным инструментом исследования организационных механизмов и разработки рекомендаций по их совершенствованию. Построение эффективного хозяйственного механизма и составляющих его элементов: систем стимулирования, процедур планирования и т. д. – все это задачи теории организационного управления. В целом основной задачей теории организационного управления является разработка методов описания и исследования организаций, к которым относится и логистическая система, и механизмов их функционирования с целью создания рекомендаций по их совершенствованию.

Механизм функционирования организационной системы или организационный механизм – это набор правил (процедур, функций), регламентирующих действия элементов любой организационной системы в процессе функционирования. Составляющими механизма функционирования Σ являются целевые функции системы F и ее элементов $\{f_i\}$, ограничения, накладываемые на систему B, и принцип управления π [15]:

$$\Sigma = (F, \{f_i\}, B, \pi) \ . \qquad (2.1.1)$$

Дадим описание механизма функционирования для логистической системы. Примером рассматриваемой системы может служить производственная, распределительная или транспортная системы на уровне логистическая система – предприятие (звено ЛС), руководитель предприятия – цеха и т. д.

Целевая функция центра или системы задается функцией $F(x, y)$, компонентами которой являются план x и состояние

y . Цели, стоящие перед координатором ЛС, могут оцениваться по различным критериям. Например, для производственной системы целевая функция центра может быть выражена в виде $F(x, y)$, зависящей от выпуска x и состояния y, и может заключаться в следующем:

- максимизации прибыли, выпуска или дохода;
- минимизации затрат;
- повышений рентабельности.

Согласно теории организационного управления [14–19] присутствие в системе людей приводит к определенной «активности» звеньев логистической системы (ЛС), выражающейся в способности к целенаправленным действиям на всех этапах функционирования системы. Активность ЛС включает способность каждого элемента учитывать последствия принимаемых решений, соответствующим образом изменять свою деятельность и в своих интересах активно влиять на функционирование системы. Данное обстоятельство приводит к появлению у них собственных целей, которые могут отличаться от цели системы в целом. Формально целевые функции элементов принято обозначать $f_i(x_i, y_i)$, где x_i, y_i – соответственно план и состояние i-го элемента-звена. Например, если целевая функция $F(x, y)$ центра стремится к максимизации прибыли, то цели элементов $\{f_i\}$ выражают минимизацию затрат и т. д.

Каждый элемент системы характеризуется состоянием y_i, которое определяется из множества состояний Y_i. На состояние элементов могут накладываться ограничения, которые определяются их внутренним состоянием (локальные) и связями между собой и внешней средой (глобальные).

Наличие у элементов индивидуальных целей может привести к тому, что состояние y_i, выбираемое элементом, может не совпадать с соответствующим планом x_i. Формально это можно отразить в виде штрафования элемента за $y_i \neq x_i$ и выразить в виде следующих условий на функции цели элементов:

$$f_i(x_i, y_i) < f_i(y_i, y_i), \text{ если } y_i \neq x_i, i \in I. \quad (2.1.2)$$

Аналогичное условие имеет место и для центра:

$$F(x, y) < F(x, y), \text{ при } y \neq x, x = \{x_i\}. \quad (2.1.3)$$

Составной частью организационного механизма является ограничение B, введением которого сужается множество возможных состояний элементов.

Ограничения для каждого элемента устанавливаются центром. Например, ограничениями механизма функционирования производственного элемента могут быть:

- затраты различного вида ресурсов;
- время выполнения операции или производства продукции (трудоемкости);
- обязательный выпуск определенной продукции и их количество.

А для элементов логистической системы ограничениями могут быть:

- пропускная способность;
- возможности по переработке грузов;
- количество автотранспорта, осуществляющего перевозки;
- количество цехов, участвующих в производственном процессе;
- количество поставщиков или потребителей и т. д.

Следующая составляющая механизма функционирования – принцип управления π. На практике применение тех или иных законов или принципов управления происходит за счет определения для каждого предприятия плана X при заданном принципе управления π. В социально-экономических системах, к которым относится логистическая система, центр в виде координатора ЛС имеет возможность влиять на целевые функции элементов-звеньев. Управление функционированием логистической системы путем выбора или изменения целевых функций элементов из некоторого множества возможных целевых функций называется критериальным управлением. Как самостоятельный способ управления рассматривается применение си-

стемы стимулирования путем введения штрафов – χ_i в целевые функции элементов. Данный тип управления применяется на практике при установлении центром размеров фонда заработной платы, фонда материального поощрения, при распределении ресурсов и т. д.

При изучении особенностей моделей и механизмов функционирования рассматриваемых систем возникают задачи их анализа и синтеза. Задачи анализа заключаются в определении выполнимости планов, достоверности сообщаемой информации и систем стимулирования. При теоретико-игровых постановках задач управления проводится игровой анализ их решений.

Задача синтеза заключается в рамках заданных ограничений определении таких механизмов функционирования, которые обеспечивают выполнение заданных свойств или являются оптимальными в смысле того или иного критерия.

Действия центра и элементов системы при заданном механизме функционирования заключаются в выборе своих состояний при стремлении максимизировать значения своих целевых функций. Если же целевые функции системы будут считаться заданными и фиксированными, тогда в качестве изменяемых составляющих механизма функционирования будут рассматриваться принципы управления π. Основная задача центра управления (системы) состоит в том, чтобы определить эффективный принцип (механизм) управления организационной системой.

Задача выбора оптимального механизма управления для логистической системы является в общем случае довольно не простой. Механизмы управления определяются, как правило, на основе тех или иных принципов управления. Существует несколько принципов управления социально-экономическими системами: принцип жесткой централизации (ЖЦ), принцип открытого управления (ОУ), принцип согласованного управления (СУ)[14–16].

Принцип жесткой централизации характеризуется тем, что центр в первую очередь учитывает интересы системы. Принцип управления, при котором активные элементы получают согласованные планы, называется принципом открытого управления.

План называется согласованным, если каждый элемент системы получает план, обеспечивающий максимум его функции предпочтения, т. е. целевой функции, отражающей интересы элемента. Функции предпочтения элементов системы называются условиями совершенного согласования. Проведенный в работах [14–19] анализ показал, что закон ОУ является эффективным при большом числе элементов системы. При малом числе элементов применение штрафов, адаптивного способа формирования данных, дифференцированных цен или обобщенных оценок, и нормирования целевых функций предоставляет в руки центра достаточные средства, чтобы обеспечить эффективное функционирование системы. Принцип ЖЦ и принцип ОУ отражают крайние точки зрения. Так, принцип жесткой централизации в первую очередь выдвигает требования обеспечения интересов центра. В основе принципа открытого управления лежит требование назначения элементам только «предпочтительных» планов (в первую очередь учитываются интересы элементов). Сравнение этих двух принципов показало определенные преимущества принципа ОУ. Заметим, однако, что интересы центра и элементов совпадают. Принцип формирования законов управления, состоящий в решении некоторой задачи согласованного планирования, называется принципом согласованного управления. Конкретные законы согласованного управления получаются при выборе конкретных функций предпочтения для всех элементов и процедуры выбора решения (если решение задачи согласованного планирования не единственно).

Все же можно сделать вывод, что закон открытого управления является наиболее оптимальным среди прочих. В ситуации равновесия для закона ОУ сообщается достоверная информация (степень искажения информации $\Delta = 0$), и реализация совпадает с планом (степень расхождения реализации и плана $\delta = 0$). Поэтому исследования функциональных подсистем логистики и логистической системы в целом будем проводить с использованием принципа открытого управления.

2.2. Основные виды и функции логистических систем

Принципы логистики реализуются через ее функции. Логистическая функция – это укрупненная группа логистических операций, направленных на реализацию целей логистической системы.

Каждая из функций представляет собой достаточно однородную с точки зрения цели совокупность действий.

Укажем на две особенности приведенного комплекса логистических функций:

а) все функции взаимосвязаны и подчинены единой цели – управлению материальным потоком;

б) носителями функций выступают субъекты, участвующие в логистическом процессе, ключевыми из которых являются:

- предприятия-изготовители, чьи склады готовой продукции выполняют разнообразные коммерческие операции;
- коммерческо-посреднические организации;
- предприятия оптовой торговли;
- транспортные предприятия, экспедиционные фирмы.

Хотя объектом логистики является сквозной материальный поток, на отдельных участках управление им имеет некоторую специфику. В соответствии с этой спецификой выделяют следующие функциональные области логистики: закупочную, производственную, распределительную, транспортную и информационную, которые представлены на рис. 2.2.1.

В процессе обеспечения производства необходимым сырьем и материалами решаются задачи *закупочной логистики*. На этом этапе изучаются и выбираются поставщики, заключаются договоры и контролируется их исполнение, принимаются меры в случае нарушения условий поставки. Логистический подход требует, чтобы деятельность закупочной логистики, связанная с формированием параметров сквозного материального потока, не была обособленной, а подчинялась стратегии управления этим потоком.

В процессе управления материальным потоком внутри предприятия, создающего материальные блага или оказывающего материальные услуги, в основном решаются задачи *производ-*

ственной логистики. Данная сфера тесно соприкасается со сферами закупок материалов и распределения готовой продукции.

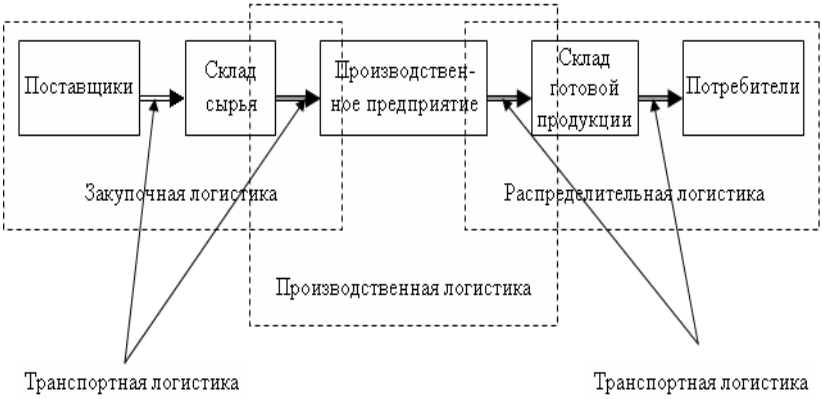


Рис. 2.2.1. Схема взаимодействия функциональных областей логистики

При управлении материальными потоками в процессе реализации готовой продукции решаются задачи *распределительной логистики*. Из рис. 2.2.2 видно, что в сферу внимания распределительной логистики материальный поток попадает, еще находясь в производственных цехах.

Это означает, что вопросы тары и упаковки, вопросы размера изготовляемой партии и времени изготовления и многое другое начинают решаться на более ранних стадиях управления материальным потоком.

Чтобы обеспечить движение материального потока от одной функциональной области в другой требуется транспортировка, задачи которой решает *транспортная логистика*. Транспортная логистика не имеет четко очерченных границ, она присутствует везде, где возникает вопрос о движении материального потока от одного звена в другое.

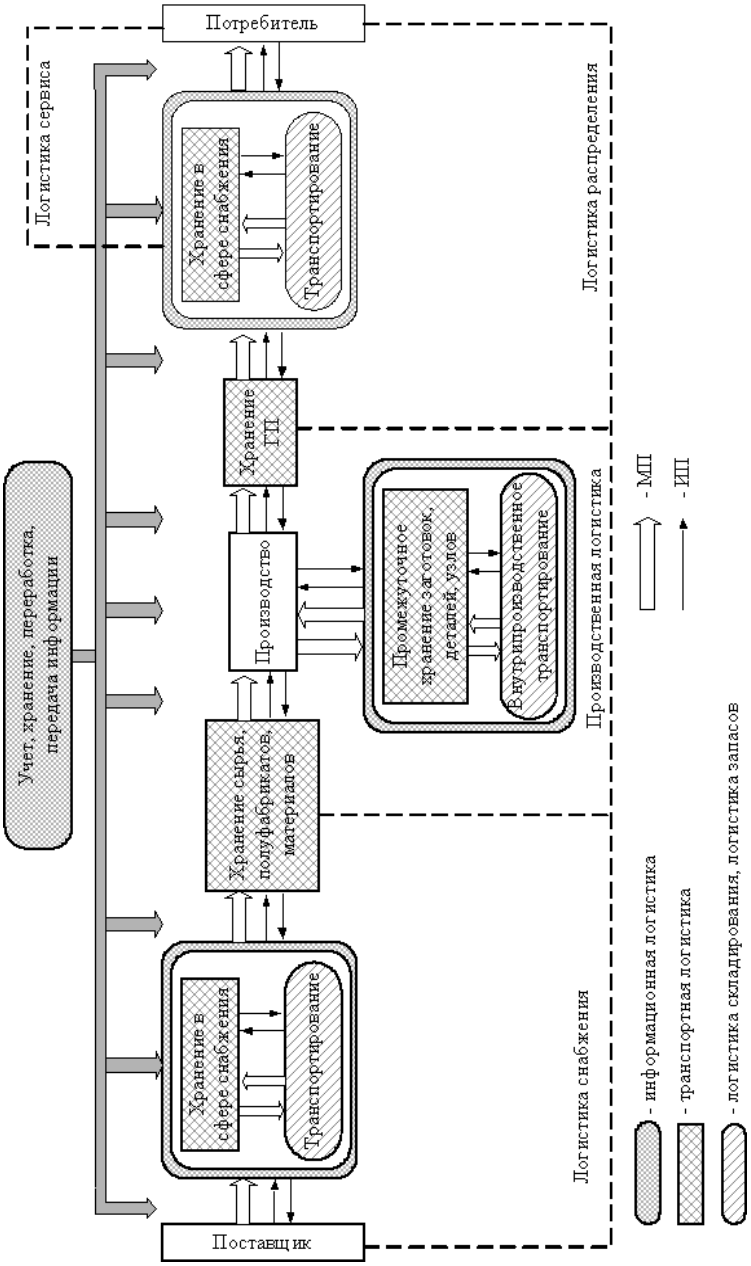


Рис. 2.2.2. Схема взаимодействия функциональных областей логистики

Высокая значимость информационной составляющей в логистических процессах стала причиной выделения специального раздела логистики – *информационной логистики*. Она тесно связана с остальными функциональными областями логистики. Объектом исследования информационной логистики являются информационные системы, обеспечивающие управление материальными потоками.

2.3. Задачи и функции закупочной логистики

Основной целью закупочной логистики является удовлетворение потребностей производства в материалах с максимально возможной экономической эффективностью. Однако ее достижение зависит от решения целого ряда задач. В обобщенном виде эти задачи можно сгруппировать следующим образом [17–20]:

- выдерживание обоснованных сроков закупки сырья и комплектующих изделий (материалы, закупленные ранее намеченного срока, ложатся дополнительной нагрузкой на оборотные фонды предприятий, а опоздание в закупках может сорвать производственную программу или привести к ее изменению);
- обеспечение точного соответствия между количеством поставок и потребностями в них (избыток или недостаточное количество поставляемых товарно-материальных ресурсов также негативно влияет на баланс оборотных фондов и устойчивость выпуска продукции и, кроме того, может вызвать дополнительные расходы при восстановлении балансового оптимума);
- соблюдение требований производства по качеству сырья и комплектующих изделий;
- определение потребности в материальных ресурсах (идентификация внутрифирменных потребителей, расчет потребности в материальных ресурсах, установление требований к весу, размеру и т. д., разработка планов-графиков);
- исследование рынка закупок (идентификация всех возможных поставщиков по рынкам, предварительная оценка всех возможных поставщиков, анализ рисков, связанных с выходом на конкретный рынок);

- выбор поставщиков (поиск информации о поставщиках, создание базы данных о поставщиках, поиск оптимального поставщика, оценка результатов работы с выбранным поставщиком);

- осуществление закупок (проведение переговоров, оформление договоров, выбор метода закупок, разработка условий поставки и оплаты, организация транспортировки материальных ресурсов);

- контроль поставок (учет количества рекламаций и брака, отслеживание сроков оформления заказа, сроков транспортировки, контроль состояния запасов материальных ресурсов);

- подготовка бюджета закупок (определяются затраты на выполнение заказа по основным видам материальных ресурсов, на транспортировку, экспедирование и страхование, на грузопереработку, приемку и проверку материальных ресурсов, затраты на поиск информации о потенциальных поставщиках).

Основу экономической эффективности закупочной логистики составляют поиск и закупка необходимых материалов удовлетворительного качества по минимальным ценам. В изучении рынка, которое проводится соответствующими отделами фирм, вопрос цен – главный, но существенную роль также играет анализ других факторов, в т. ч. возможных логистических расходов и сроков поставок.

Изучив рынок и остановившись на каких-либо конкретных поставщиках, отдел закупок обязан определить потребности предприятия или фирмы в конкретных поставках. Определение потребностей основывается на стратегии управления запасами. Прежде всего, определение потребностей означает выявление продуктов и услуг по их качеству, количеству в основном двумя методами: путем определения потребностей на основе заказов и планомерного определения потребностей на основе расходов.

Определение потребностей на основе заказов происходит путем разложения спецификаций на отдельные комплектующие с учетом уже имеющихся складских запасов. Первичными потребностями здесь являются потребности в готовых изделиях, вторичными – узлы, из которых изделия состоят, третичными – детали, из которых состоят узлы. Сроки удовлетворения после-

дующих потребностей определяются на основе сроков закупки предыдущих.

Если потребности на основе заказов не могут быть определены или применение этого метода нецелесообразно, тогда используют метод определения потребности на основе расходов или прошлого опыта. Прогнозируемая потребность в этом случае определяется при помощи простейших расчетных методов.

В процессе планирования закупок необходимо определить:

- какие материалы требуются;
- количество материалов, которые понадобятся для производства продукта;
- время, когда они понадобятся;
- возможности поставщиков, у которых могут быть куплены товары;
- требуемые площади складских помещений;
- издержки на закупки;
- возможности организации производства некоторых деталей на своем предприятии.

Рассмотрим описания некоторых задач, одной из них является задача определения количества заказываемых материалов нормативным методом. При рассмотрении задачи определения объема поставок приняты следующие обозначения: i – разновидности ресурсов ($i = 1 \div n$, где n – их общее количество разновидностей ресурсов); j – виды готовой продукции ($j = 1 \div m$, где m – количество видов продукций); x_i – необходимый объем i-го вида ресурса; r_{ij} – расход i-го вида ресурса на производство единицы j-той готовой продукции (норма расхода); s_i – наличный запас i-го ресурса; c_i – стоимость i-го ресурса; Q_j – спрос на продукцию j-го вида, который определяется заказом потребителей.

Целевая функция задачи обеспечивает минимальные затраты на доставку определяемого количества ресурсов, необходимых для удовлетворения спроса на продукцию j-го вида

$$F = \sum_{i=1}^{n} x_i \cdot c_i \to \min \qquad (2.3.1)$$

при условиях:

$$\sum_{j=1}^{m} r_{ij} \cdot Q_j - x_i \le s_i, \quad i = 1 \div n, \qquad (2.3.2)$$

$$x_i \ge 0, \quad i = 1 \div n. \qquad (2.3.3)$$

При производстве продукции возможны потери сырья, которые учитываются вводом коэффициента потерь i-го вида сырья на производство j-й продукции ($k_{ij} \ge 1$). Тогда формула расчета объема поставок i-го вида ресурса преобразуется в следующий вид:

$$\sum_{j=1}^{m} r_{ij} \cdot Q_j \cdot k_{ij} - s_i = x_i, \; i = 1 \div n. \qquad (2.3.4)$$

2.3.1. Описание модели механизмов функционирования закупочной логистики

Закупочная логистика, являясь первой логистической подсистемой, представляет собой процесс движения сырья, материалов, комплектующих и запасных частей с рынка закупок до складов предприятия [18–20].

Задача определения объема закупок представляет собой одну из важнейших проблем логистики, т. к. именно от первоначально определенного объема закупаемых материальных ресурсов зависят способы организации их доставки, условия и методы закупок.

Для эффективного функционирования логистики закупок необходимо знать, какие именно материалы необходимы для производства продукта, составить план закупок, обеспечивающий согласованность действий всех отделов и должностных лиц предприятия по решению следующих задач снабжения:

- анализ и определение потребности, расчет количества заказываемых материалов;
- определение метода закупок;
- согласованность цены и заключение договора;
- установление наблюдения за количеством, качеством и сроками поставок;
- организация размещения товаров на складе. Качественное планирование и информационное обслуживание логистики снабжения решает также задачу уравновешивания противоречия между необходимостью бесперебойного снабжения производства и минимизации складских запасов.

Рассмотрим описание модели механизмов функционирования закупочной логистики. Состояние процессов поставок описывается в зависимости от состояний каждого поставщика и склада сырья производственного предприятия, как показано на рис. 2.3.1

Обозначим через y_{Oi} – состояние i-го поставщика-отправителя, которое определяется из множества его состояний Y_{Oi}, тогда это условие можно записать как

$$y_{Oi} \in Y_{Oi}, \quad i \in I_O, \tag{2.3.5}$$

где I_O – множество поставщиков-отправителей грузов. Состояние всех поставщиков описывается в виде $y_O = \{y_{Oi}\}$, где $i \in I_O$, и определяется из множества их состояний Y_O, т.е.,

$$y_O = \{y_{Oi}\} \in Y_O \qquad Y_O = \prod_i Y_{Oi}, \quad i \in I_0. \tag{2.3.6}$$

Таким же образом, обозначим через y_C состояние склада сырья, которое определяется из множества его состояний Y_C, $y_C \in Y_C$.

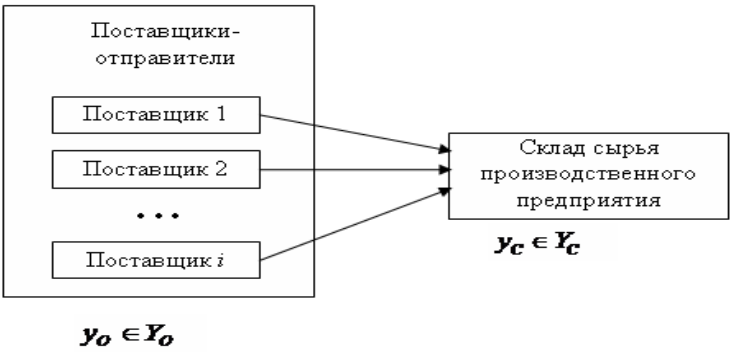


Рис. 2.3.1. Схема взаимодействия элементов закупочной логистики

Тогда состояние процесса поставки y определяется из множества возможных состояний поставок Y, т. е. $y \in Y$, где

$$y = (y_C, y_O),$$

$$Y = Y_C \bigcap Y_O. \qquad (2.3.7)$$

Общее состояние закупочной логистической системы можно описать как

$$y^{\Pi} = (y_C, y_O) \in Y^{\Pi} = Y_C \times Y_O. \qquad (2.3.8)$$

Целевые функции представляются в виде $f_C(\lambda, x, y)$ и $f_{Oi}(\lambda, x_{Oi}, y_{Oi})$ соответственно для склада сырья и поставщиков.

При функционировании закупочной логистической системы, как и любой организационной системы, на этапе формирования информации склад и каждый поставщик сообщают координатору логистической системы оценки своих векторов состояний $(\overline{y_C}, \{\overline{y_{Oi}}\})$. Возможны варианты, когда сообщаются оценки множеств состояний $Y = Y_C \bigcap Y_O$.

На первом этапе функционирования системы происходит сбор данных о моделях, состояниях, возможностях и других характеристиках звеньев закупочной ЛС: от склада сырья производственного предприятия – вид товара, его количество, качество, срок, наличие свободного места на складе и условия поставки; от поставщика – наличие товара, его количество, качество, цена, место и условия поставки.

Процедура принятия решений формирует управление и план процесса поставки для каждого поставщика на основе собранных и полученных из предыдущего этапа данных. Координатор ЛС определяет механизм управления, состоящий из плана $x \in X$, где $x = \{x_i\}$ и управления $\lambda \in L$, где X – множество всех допустимых планов, из которого выбирается план закупочной ЛС, L – множество возможных параметров управления для поставщиков.

На последнем этапе функционирования системы происходит реализация планов и стимулирование склада сырья и поставщиков по результатам выполнения планов. Результаты реализации и стимулирования зависят от вида целевых функций стимулирования. Целевые функции зависят от состояния, плана и управления, т. е. $f_C(\lambda, x, y)$ и $f_{Oi}(\lambda, x_{Oi}, y_{Oi})$. Примем в качестве функции стимулирования функции штрафа $Q(x, y)$ и $q_i(x_{Oi}, y_{Oi})$, соответственно для склада и i-го поставщика, где

$$Q(x,y) = \begin{cases} = 0, & x = y \\ \geq 0, & x \neq y \end{cases}; \qquad (2.3.9)$$

$$q_i(x_{Oi}, y_{Oi}) = \begin{cases} = 0, & x_{Oi} = y_{Oi} \\ \geq 0, & x_{Oi} \neq y_{Oi} \end{cases}. \qquad (2.3.10)$$

Для описанного процесса поставки с учетом функции штрафа имеет место следующая задача:

$$f_C(\lambda, x, y) = H(\lambda, x) - Q(x, y) \to \max \qquad (2.3.11)$$

при условиях:

$$\lambda \in L, \quad x \in X, \quad y \in Y, \qquad (2.3.12)$$

где $H(\lambda, x)$ – доход склада.

А для i -го поставщика-отправителя имеет место задача

$$f_{Oi}(\lambda, x_{Oi}, y_{Oi}) = h_i(\lambda, x_{Oi}) - q_i(x_{Oi}, y_{Oi}) \to \max \qquad (2.3.13)$$

при условиях:

$$\lambda \in L, \quad x_{0i} \in X_i, \quad y_{0i} \in Y_{0i} \quad \text{для } i \in I_0, \qquad (2.3.14)$$

где $h_i(\lambda, x_{Oi})$ – доход i -го поставщика.

2.3.2. Модели задач закупочной логистики

Рассмотрим закупочную логистику, которая охватывает службу снабжения производственного предприятия необходимым количеством материально-технических ресурсов определенного вида и качества согласно производственному плану. Пусть имеются n поставщиков ресурсов (параметры конкретного поставщика обозначим через индекс i, где $i = 1 \div n$). Пример функционирования закупочной логистики для случая однопродуктовой модели приведен на рисунке 2.3.1.

Обозначим через B_t – количество ресурсов, необходимое для производства в интервале t. Примем, что на основе договоров-контрактов для данного производственного предприятия определены поставщики и количество ресурсов B_i, получаемое производственным предприятием за весь планируемый период от поставщика i ($i = 1 \div n$).

При этом

$$B_i = \sum_{t=1}^{T} B_{it} \,. \qquad (2.3.15)$$

Производственное предприятие должно составить график доставки ресурсов $\{x_{it}\}$ на основе мощностей поставщиков и с учетом своих потребностей. Примем, что каждый поставщик i сообщает производственному предприятию свои возможности в форме интегрального графика отгрузки $\{R_{it}\}$, где R_{it} определяет количество ресурсов, отправляемое предприятию от поставщика i в интервале времени t. Производственное предприятие может сообщить информацию о срочности поставок, например, в виде коэффициентов потерь от недопоставки ресурсов $\{\beta_{it}\}$ или затрат на их хранение $\{\alpha_{it}\}$. Естественно, допустить, что для производственного предприятия существует наиболее предпочтительный график доставки $\{Q_{it}\}$. При отклонении реального графика доставки $\{x_{it}\}$ от $\{Q_{it}\}$ предприятие несет потери (в случае $x_{it} > Q_{it}$ могут быть затраты на хранение избытка ресурса на складах предприятия, а при $x_{it} < Q_{it}$ – потери от нехватки сырья).

Будем рассматривать простейший случай кусочно-линейной зависимости потерь от величины дефицита $\Delta_{it} = Q_{it} - x_{it}$, а именно

$$П_{it} = \begin{cases} -\alpha_{it} \cdot \Delta_{it}, \ \textit{если} \ \ \Delta_{it} \le 0 \\ \beta_{it} \cdot \Delta_{it}, \ \textit{если} \ \ \Delta_{it} > 0 \end{cases}, \qquad (2.3.16)$$

где α_{it}, β_{it} – коэффициенты потерь

Суммарные потери $\sum_{i=1}^{n}\sum_{t=1}^{T} П_{it}$ примем за критерий эффективности функционирования закупочной логистики.

Рассмотрим следующую систему взаимоотношений между поставщиками и производственным предприятием. Производственное предприятие оплачивает ресурсы по цене c_t, если доставка произведена в интервале t. Практически интересным является случай, когда суммарная доставка поставщиков в лю-

бом интервале $t < T$ превышает необходимое к этому времени количество ресурсов, т. е.

$$\sum_{i=1}^{n} x_{it} \geq B_t . \qquad (2.3.17)$$

В этом случае $c_1 \geq c_2 \geq \ldots \geq c_T$, т. е., чем раньше производится доставка, тем выше цена. Цена c_T может соответствовать оптовой цене ресурса, а разность $\lambda_t = c_t - c_T$ определяет надбавку за срочность. Поставщик, в свою очередь, штрафуется за срыв поставки ресурсов. Эти штрафы могут частично или полностью пойти на компенсацию потерь производства. Принимая кусочно-линейный вид функции штрафов, запишем целевую функцию поставщиков в виде

$$f_i = \sum_{t=1}^{T} \left[c_t \cdot x_{it} - \begin{Bmatrix} \gamma_{it} \cdot (x_{it} - R_{it}) \\ \mu_{it} \cdot (R_{it} - x_{it}) \end{Bmatrix} \right], \qquad (2.3.18)$$

где γ_{it}, μ_{it} – коэффициенты штрафов.

Целевая функция производственного предприятия включает плату за ресурсы и потери при отклонении реального графика доставки от желаемого.

$$F = \sum_{i=1}^{n} \sum_{t=1}^{T} \left[c_T \cdot x_{it} + \begin{Bmatrix} \alpha_{it} \cdot (x_{it} - Q_{it}) \\ \beta_{it} \cdot (Q_{it} - x_{it}) \end{Bmatrix} \right] . \qquad (2.3.19)$$

Наконец, выпишем ограничения, определяющие допустимые графики доставки ресурсов:

$$\sum_{i=1}^{n} x_{it} \geq B_t , \quad t = 1 \div T ; \qquad (2.3.20)$$

$$\sum_{t=1}^{T} x_{it} \leq R_i , \quad i = 1 \div n ; \qquad (2.3.21)$$

$$x_{it} \geq 0,\ i = 1 \div n,\ t = 1 \div T\ . \qquad (2.3.22)$$

Примем, что поставщики не производят отгрузку ресурсов сверх заказанного количества B_{it}, т. е.

$$x_{it} \leq B_{it},\quad i = 1 \div n,\ t = 1 \div T\ . \qquad (2.3.23)$$

Также предположим, что они отгружают ресурсы в объеме не большем, чем по своему предпочтительному графику R_{it}, т. е. $x_{it} \leq R_{it}$. Тогда можно отбросить составляющие целевых функций поставщиков $\gamma_{it} \cdot (x_{it} - R_{it})$ и целевой функции производственного предприятия $\alpha_{it} \cdot (x_{it} - Q_{it})$ переписать их:

$$f_i = \sum_{t=1}^{T} \left(c_t \cdot x_{it} - \mu_{it} \cdot (R_{it} - x_{it})\right) \to min \qquad (2.3.24)$$

;

$$F = \sum_{i=1}^{n} \sum_{t=1}^{T} \left(c_T \cdot x_{it} + \beta_{it} \cdot (Q_{it} - x_{it})\right) \qquad (2.3.25)$$

.

2.4. Задачи и функции производственной логистики

Целью производственной логистики является оптимизация материальных потоков внутри предприятий, создающих материальные блага или оказывающих такие материальные услуги, как хранение, фасовка, развеска, укладка и др. Задачи производственной логистики представляют собой одну из важнейших проблем в вопросах оптимизации управления функционирования логистических систем. В интегрированном виде задачи производственной логистики могут быть сформулированы следующим образом [18, 19, 21–23]:

- планирование производства на основе прогноза потребностей в готовой продукции и заказов потребителей;

- разработка планов-графиков производственных заданий цехам и другим производственным подразделениям предприятия;
- разработка графиков запуска-выпуска продукции, согласованных со службами снабжения и сбыта, т. е. закупочной и распределительной логистикой;
- оперативное управление производством и организация выполнения производственных заданий;
- контроль за себестоимостью производства готовой продукции.

Основное назначение производственной логистики – рационализация перемещения материалов, полуфабрикатов и деталей в производственном процессе в целях максимального сокращения длительности производственного цикла и снижения производственных запасов до минимально возможных.

Количество материалов, дата начала поставок и продолжительность периода их поступления в закупочной логистике зависят от производственных программ компании, которые, в свою очередь, определяются результатами изучения рынков сбыта. Последнее относится к задачам распределительной логистики. Таким образом мы видим, что все функциональные области логистики взаимосвязаны друг с другом.

Существует множество методик определения того, сколько необходимо закупать материалов для производства продукции и с какой периодичностью они должны поступать от поставщиков, но все они требуют информации о том, как использовались аналогичные материалы в прошлом.

Потребность в материалах можно рассчитать, рассматривая определенную программу производства конечного продукта. В этом случае речь идет о зависимом спросе, который рассчитывается при помощи методики MRP–1 (планирование потребности в материалах). Принцип ее прост: исходная точка – это предсказуемый или известный спрос на конечную продукцию. Сборка конечной продукции из закупаемых и производимых самостоятельно материалов закрепляется в списках. При этом должно быть известно время поставок материалов и время производства их на собственном предприятии.

На основании данных расчета определяют время выполнения заказа. Это время с момента подачи заказа до момента поставки продукта.

Преимущество применения методики планирования потребности в материалах заключается в том, что закупки и производство планируются, исходя из потребностей в конечном продукте.

В логистике используются и другие методы определения потребности в материалах, как детерминированный, стохастический, эвристический.

Первый используется, когда известны определенный период выполнения заказа и потребность в материалах по количеству и срокам. Второй – когда основой для расчета являются математико-статистические методы, дающие ожидаемую потребность. С помощью третьего метода потребность определяется на основе опыта работников.

Все рассмотренные методы определения количества, времени и периодичности закупок имеют свои достоинства и недостатки с точки зрения точности, затрат времени, стоимости услуг или определении потребностей в материалах. Выбор зависит от:

- профиля фирмы;
- возможностей заказчика;
- типа изделий;
- наличия и вида складов;
- системы контроля за состоянием запасов.

Рассмотрим описание производственной задачи. В производственной задаче ставится цель максимизации прибыли от реализации определенного объема готовой продукции x_j при ограниченных ресурсах B_i. Примем, что i – разновидности ресурсов ($i = 1 \div n$, где n – общее количество видов ресурсов), j – виды готовой продукции ($j = 1 \div m$, где m – количество видов готовой продукции), B_i – объем ресурсов i-го вида, имеющихся в наличии, r_{ij} – расход i-го вида ресурса на производство

j-той готовой продукции (норма расхода), c_j, λ_j – соответственно себестоимость и цена j-го вида готовой продукции.

$$F = \sum_{j=1}^{m} (\lambda_j - c_j) \cdot x_j \to \max \qquad (2.4.1)$$

при условиях:

$$\sum_{j=1}^{m} r_{ij} \cdot x_j \le B_i, \quad i = 1 \div n, \qquad (2.4.2)$$

$$x_j \ge Q_j, \quad j = 1 \div m. \qquad (2.4.3)$$

При решении задачи определяются объемы производства x_j, удовлетворяющие вышеуказанным условиям.

2.4.1. Описание модели механизмов функционирования производственной логистики

Рассмотрим описание модели механизмов функционирования производственных процессов в ЛС для случая производства готовой продукции для ее потребителей на основе возможностей поставщиков. Состояние процессов производства описывается в зависимости от состояний каждой производственной подсистемы, всех поставщиков и всех потребителей, как представлено на рис. 2.4.1.

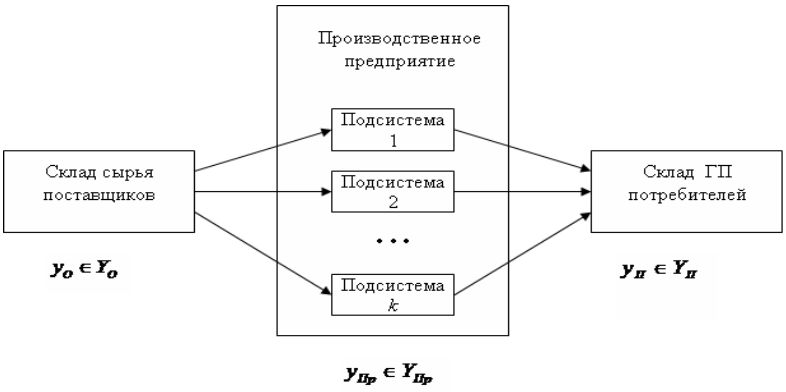


Рис. 2.4.1. Схема взаимодействия элементов производственной логистики

Обозначим через $y_{Прk}$ – состояние k-й производственной подсистемы, которое определяется из множества его состояний $Y_{Прk}$, тогда это условие можно записать как

$$y_{Прk} \in Y_{Прk}, \quad k \in K_{Пр}, \tag{2.4.4}$$

где $K_{Пр}$ – множество производственных подсистем. Состояние всех производственных подсистем описывается в виде

$$y_{Пр} = \{y_{Прk}\}, \tag{2.4.5}$$

где $k \in K_{Пр}$, и определяется из множества их состояний $Y_{Пр}$, т.е.

$$y_{Пр} = \{y_{Прk}\} \in Y_{Пр}, \; Y_{Пр} = \prod_k Y_{Прk}, \; k \in K_{Пр}. \tag{2.4.6}$$

Обозначим через y_{Oi} – состояние i-го поставщика-отправителя, которое определяется из множества его состояний Y_{Oi}, т. е.

$$y_{Oi} \in Y_{Oi}, \quad i \in I_O, \tag{2.4.7}$$

где I_O – множество поставщиков материальных ресурсов. Состояние всех поставщиков описывается в виде $y_O = \{y_{Oi}\}$, где $i \in I_O$, и определяется из множества их состояний Y_O, т. е.

$$y_O = \{y_{Oi}\} \in Y_O,$$

$$Y_O = \prod_i Y_{Oi}, \qquad i \in I_O. \tag{2.4.8}$$

Таким же образом, обозначим через $y_{Пj}$ состояние j-го потребителя готовой продукции, которое определяется из множества его состояний $Y_{Пj}$,

$$y_{Пj} \in Y_{Пj}, \quad j \in J_П, \tag{2.4.9}$$

где $J_П$ – множество потребителей готовой продукции. Состояние всех потребителей описывается в виде

$$y_П = \{y_{Пj}\}, \tag{2.4.10}$$

где $j \in J_П$, и определяется из множества их состояний $Y_П$, т. е.

$$y_П = \{y_{Пj}\} \in Y_П,$$

$$Y_П = \prod_j Y_{Пj}, \qquad j \in J_П. \tag{2.4.11}$$

Тогда состояние процесса производства y определяется из множества состояний Y, т. е. $y \in Y$,

где

$$y = y_{Пр}(y_O, y_П), \; Y = Y_{Пр} \bigcap Y_O \bigcap Y_П. \tag{2.4.12}$$

Процедура формирования информации механизма функционирования производственной логистической системы позволяет сообщать оператору процесса производства, который осу-

ществляет роль координационного центра, оценки векторов состояний $(\{y_{Oi}\},\{y_{Прk}\},\{y_{Пj}\})$ каждого участника процесса производства в ЛС, т. е.

$$y = y_{Пр}(y_O, y_П). \qquad (2.4.13)$$

Возможны варианты, когда сообщаются оценки множеств состояний

$$Y = Y_{Пр} \bigcap Y_O \bigcap Y_П. \qquad (2.4.14)$$

Процедура принятия решений механизма функционирования производственной логистической системы формирует управление и план процесса производства для каждой производственной подсистемы на основе собранных и полученных из предыдущего этапа данных. План для k-той производственной подсистемы ЛС будем обозначать как x_k, где $k \in K_{Пр}$. Этот план определяется множеством допустимых планов для него X_k, т.е. $x_k \in X_k$. Через $x = \{x_k, k \in K_{Пр}\}$ будем обозначать план всех производственных предприятий, а через X множество всех допустимых планов, из которого выбирается план производственной ЛС, т. е. $x \in X$. Здесь под планом понимаются объемы производства.

Если производственные подсистемы работают в последовательном режиме, тогда план производства или объем материального потока x определяется как:

$$x = \min_k (x_k),\ k \in K_{Пр}, \qquad (2.4.15)$$

а множество допустимых планов

$$X = \prod_k X_k,\quad k \in K_{Пр}. \qquad (2.4.16)$$

Обозначим через $\lambda_k \in L_k$ вектор-управление для k-той производственной подсистемы ЛС, где L_k – множество управлений для k-той производственной подсистемы. Вектор управления

всей системой λ определяется из множества возможных управлений L, т. е. $\lambda \in L$,

где

$$\lambda = \{\lambda_k\},$$

$$L = \prod_k L_k, \quad k \in K_{Пр}. \tag{2.4.17}$$

Здесь под управлением понимаем определяемые координационным центром цены готовой продукции, штрафы или вознаграждения.

Закон управления системой в целом обозначим через

$$\pi = (\lambda, x),$$

$$\pi = \{\pi_k\},$$

$$\pi_k = (\lambda_k, x_k), \; k \in K_{Пр}, \tag{2.4.18}$$

где π_k – закон управления для k-того производственного предприятия в ЛС.

Процедура стимулирования системы соответствует этапу реализации плана производства, где целевые функции для каждого k-той производственной подсистемы и системы в целом представлены в следующем виде:

$$f_k(\lambda_k, x_k, y_k) = h_k(\lambda, x_{Прk}) - q_k(x_{Прk}, y_{Прk}),$$

$$F(\lambda, x, y) = H(\lambda, x) - Q(x, y), \tag{2.4.19}$$

где $h_k(\lambda, x_{Прk})$, $H(\lambda, x)$ – соответственно доход каждой подсистемы и производственной системы в целом, а

$$q_k(x_{Прk}, y_{Прk}) = \begin{cases} = 0, & x_{Прk} = y_{Прk} \\ \geq 0, & x_{Прk} \neq y_{Прk} \end{cases} \tag{2.4.20}$$

и

$$Q(x,y)=\begin{cases}=0, & x=y\\ \geq 0, & x\neq y\end{cases}, \qquad (2.4.21)$$

– соответственно функции штрафа для k -той производственной подсистемы и системы в целом.

Для описанного производственного процесса в общем виде имеет место следующая задача:

$$F(\lambda,x,y)\rightarrow \max \qquad (2.4.22)$$

при условиях:

$$\lambda\in L,\ x\in X,\ y\in Y. \qquad (2.4.23)$$

А для k-того производственного предприятия ЛС имеет место задача

$$f_k(\lambda_k,x_k,y_k)\rightarrow \max \qquad (2.4.24)$$

при условиях:

$$\lambda_k\in L_k,\ x_k\in X_k,\ y_{Прk}\in Y_{Прk},\ \text{для}\ \ k\in K_{Пр}. \qquad (2.4.25)$$

2.4.1.1. Модели задач производственной логистики

Рассмотрим задачу определения объемов производства продукции на основе заказов потребителей с различными ограничениями. Пусть производственная система выпускает m видов продукции. Обозначим через j виды продукции (где $j=1\div m$). Предположим, что каждый вид продукции выпускается отдельной производственной подсистемой. Спрос на продукцию j отражается в виде Q_{jt} с указанием интервала времени t, в котором необходим этот продукт (где $t=1\div T$, T – число планируемых интервалов времени). Объем выпуска j-го вида продукции в интервале времени t обозначим через x_{jt}. Пусть α_{jt} – коэффициент потерь от недостаточного выпуска продукции j в интервале времени t. Целевая функция задачи

должна обеспечить минимальные потери при отклонении объемов производства продукции от спроса потребителей:

$$F = \sum_{j=1}^{m} \sum_{t=1}^{T} \alpha_{jt} \cdot (Q_{jt} - x_{jt}) \to \min \qquad (2.4.26)$$

В данном условии возможные потери от выпуска лишней продукции не учитываются, т. е. предполагается что, производственная система не налагается штрафом при полном или избыточном удовлетворении спроса[18, 19, 23] .

Условие полного удовлетворения спроса на продукцию j по всем периодам времени запишем в виде

$$\sum_{t=1}^{T} x_{jt} \geq Q_j , \quad j = 1 \div m \qquad (2.4.27)$$

где

$$Q_j = \sum_{t=1}^{T} Q_{jt} . \qquad (2.4.28)$$

При производстве продукции необходимо учитывать ограниченность сырьевых ресурсов. Пусть для производства j-го вида продукта используются сырье или полуфабрикат l (где $l = 1 \div L$, L – количество сырьевых ресурсов)**,** которые ограничены в объеме на определенный интервал времени t (B_{lt}). Обозначим через b_{lj} расход l-го сырья на производство единицы j-го вида продукта, тогда условие ограниченности сырьевых ресурсов запишем в виде

$$\sum_{j=1}^{m} b_{lj} \cdot x_{jt} \leq B_{lt} , \; l = 1 \div L , \; t = 1 \div T . \qquad (2.4.29)$$

Также необходимо учитывать ограниченность энергетических ресурсов. Обозначим через g_{sj} – расход s-го энергетического ресурса на производство единицы j-го вида продукта (где $s = 1 \div S$, S – количество энергетических ресурсов), кото-

рый также ограничен его количеством на определенный интервал времени t (G_{st}). Данное ограничение будет выглядеть следующим образом:

$$\sum_{j=1}^{m} g_{sj} \cdot x_{jt} \le G_{st},\ s = 1 \div S,\ t = 1 \div T. \tag{2.4.30}$$

В теории логистики большое внимание уделяется не только материальным затратам, но вместе с этим необходимо учитывать интенсивность производства и доставки готовой продукции конечным потребителям. Пусть p_{kj} – время обработки (трудоемкость) единицы j-го продукта на k-том оборудовании (где $k = 1 \div K$, K – количество оборудований или операций). Максимальный резерв времени k-го оборудования в интервале времени t обозначим через P_{kt}. В этом случае в задачу нужно добавить следующие условия:

$$\sum_{j=1}^{m} p_{kj} \cdot x_{jt} \le P_{kt},\ k = 1 \div K,\ t = 1 \div T. \tag{2.4.31}$$

Также можно добавлять и другие условия ограниченности различных ресурсов. Например, людских, финансовых и т. д. Но как мы уже заметили, все эти условия в математической формулировке идентичны. Поэтому все эти ограничения можно свести в одно общее. Обозначим через r_{ij} расход i-го ресурса на производство единицы j-го вида продукта (где $i = 1 \div n$, n – количество ресурсов, в свою очередь $n = L + S + K + ...$). Максимальный резерв *i*-го ресурса в интервале времени t обозначим через R_{it}.

Дадим описание математической модели задачи производственной логистической системы с учетом всех ограничений, перечисленных выше.

Управление деятельностью системы осуществляется из координационного центра производственного предприятия. Задача координационного центра заключается в определении объемов

производства $x = \{x_{jt}\}$ для каждой производственной подсистемы, чтобы суммарные потери во всей системе были минимальными при ограниченных ресурсах и полном удовлетворении спроса на продукцию Q_j.

$$F = \sum_{j=1}^{m} \sum_{t=1}^{T} \alpha_{jt} \cdot (Q_{jt} - x_{jt}) \to \min \qquad (2.4.32)$$

при условиях:

$$\sum_{t=1}^{T} x_{jt} \geq Q_j, \quad j = 1 \div m, \qquad (2.4.33)$$

$$\sum_{j=1}^{m} r_{ij} \cdot x_{jt} \leq R_{it}, \quad i = 1 \div n, \; t = 1 \div T, \qquad (2.4.34)$$

$$x_{jt} \geq 0, \quad j = 1 \div m, \; t = 1 \div T. \qquad (2.4.35)$$

Примем c_{jt} как затраты на производство j-го вида продукта в периоде функционирования t (заметим, что $c_{jt} = \sum_{i=1}^{n} r_{ij} \cdot u_{it}$, где u_{it} – цена i-го ресурса в данном интервале времени) и λ_j – коэффициент поощрения за своевременное и полное удовлетворение спроса потребителей на продукцию j-го вида. В этом случае целевая функция производственных подсистем должна обеспечить им максимум прибыли от реализации продукции по всем периодам времени:

$$f_j = \sum_{t=1}^{T} (\lambda_j - c_{jt}) \cdot x_{jt} \to \max. \qquad (2.4.36)$$

2.5. Задачи и функции распределительной логистики

Насыщенность рынков товарами и переход от рынка продавца к рынку потребителя вынуждает фирмы менять свой механизм функционирования, направленный на получение прибыли через ценовую политику. При высокой конкурентной борьбе за потребителя фирмы производители должны уделить особое внимание процессу реализации товаров в сфере обращения посредством оптимальной организации сбыта. Распределение (сбыт) товаров на рынке как одна из функций логистики заключается в планировании, организации и осуществлении доставки товаров от мест их производства до мест их потребления с использованием оптимальных способов и методов, чем и занимается распределительная логистика. Для распределительной логистики характерна следующая особенность: система распределительной логистики создается как структура, формируемая партнерами в процессе конкурентного обмена, в целях предоставления товаров и услуг потребителям в нужные сроки с минимальными логистическими издержками [17–19,24].

Распределительная логистика как функция соответствует сбыту стадии воспроизводственного процесса и охватывает весь комплекс задач по управлению материальным потоком на участке поставщик – потребитель, начиная от момента постановки задачи реализации и кончая моментом выхода поставленного продукта из сферы внимания поставщика. При этом основной удельный вес занимают задачи управления материальными потоками, решаемые в процессе продвижения уже готовой продукции к потребителю.

В современной рыночной системе сбыт может быть представлен как:

- финальная стадия хозяйственной деятельности товаропроизводителя, позволяющая реализовать его хозяйственный интерес;
- технология поставки покупателю;
- смена форм стоимости товара (превращение промышленного капитала в денежный);
- товародвижение в виде материального потока;

- хозяйственные связи по поставкам продукции.

Рассмотрим описание задачи распределения потребителей и поставщиков продукции на основе заказов потребителей. В распределительной логистике часто присутствуют промежуточные пункты между производителями и потребителями в виде распределительных складских центров (РСЦ). Постановка задачи следующая: Из i-тых пунктов производства (где $i = 1 \div n$, n – количество поставщиков) материальные потоки перевозятся через k-тые промежуточные склады (где $k = 1 \div L$, L – количество распределительных складских центров), в j-тые пункты потребления (где $j = 1 \div m$, m – количество потребителей). Примем следующие обозначения: d_k – количество хранимого и перерабатываемого груза в k-том РСЦ, Q_i; R_k – соответственно производственная мощность i-того производителя и k-того РСЦ; P_j – потребности j-го потребителя; x_{ik}, x_{kj} – грузопотоки соответственно от i-го производителя до k-го РСЦ и от k-го РСЦ до j-го потребителя; c_k – стоимость хранения и переработки единицы груза в k-том РСЦ, c_{ik}; c_{kj} – стоимость перемещения единицы продукции соответственно из пункта производства i до k-го РСЦ и из k-го РСЦ до j-го потребителя.

Задача заключается в нахождении таких x_{ik}, x_{kj}, которые минимизируют суммарные затраты

$$F = \sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{L} x_{ik} \cdot c_{ik} + \sum_{k=1}^{L} d_k \cdot c_k + \sum_{k=1}^{L}\sum_{j=1}^{m} x_{kj} \cdot c_{kj} \to \min \qquad (2.5.1)$$

при следующих ограничениях:

$$\sum_{k=1}^{L} x_{ik} \le Q_i, \quad i = 1 \div n; \qquad (2.5.2)$$

$$\sum_{k=1}^{L} x_{kj} \geq P_j, \quad j = 1 \div m; \tag{2.5.3}$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_{ik} \geq \sum_{j=1}^{m} x_{kj}, \; k = 1 \div L; \tag{2.5.4}$$

$$x_{ik} \geq 0, \; x_{kj} \geq 0. \tag{2.5.5}$$

Предположим, что $\sum_{i=1}^{n} Q_i = \sum_{j=1}^{m} P_j$ и пропускные способности транспортных организаций достаточны для перевозки соответствующих количеств груза.

2.5.1. Описание модели механизмов функционирования распределительной логистики

Рассмотрим множественное описание модели механизмов функционирования распределительной логистики. Состояние процессов поставок описывается в зависимости от состояний производственного предприятия, выступающего в роли отправителя грузов, и каждого из потребителей готовой продукции, которое продемонстрировано на рис. 2.5.1.

Обозначим через $y_{Пр}$ состояние производственного предприятия, которое определяется из множества его состояний $Y_{Пр}$,

$$y_{Пр} \in Y_{Пр}, \tag{2.5.6}$$

через $y_{Пj}$ – состояние j-го потребителя, которое определяется из множества его состояний $Y_{Пj}$, т. е.

$$y_{Пj} \in Y_{Пj}, \; j \in J_{П}, \tag{2.5.7}$$

где $J_{П}$ – множество потребителей готовой продукции.

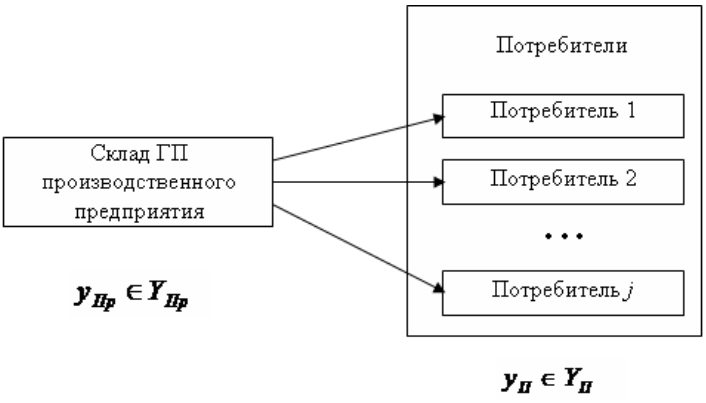


Рис. 2.5.1. Схема взаимодействия элементов распределительной логистики

Состояние всех потребителей описывается в виде $y_{П} = \{y_{Пj}\}$, где $j \in J_{П}$, и определяется из множества их состояний $Y_{П}$, т.е.

$$y_{П} = \{y_{Пj}\} \in Y_{П},$$

$$Y_{П} = \prod_{j} Y_{Пj}, \; j \in J_{П}. \qquad (2.5.8)$$

Тогда состояние процесса распределения y определяется из множества возможных состояний распределений Y, т. е. $y \in Y$, где

$$y = (y_{Пр}, y_{П}), \quad Y = Y_{Пр} \cap Y_{П}. \qquad (2.5.9)$$

Общее состояние распределительной логистической системы можно описать как

$$y^{P} = (y_{Пр}, y_{П}) \in Y^{P} = Y_{Пр} \times Y_{П}. \qquad (2.5.10)$$

Целевые функции представляются в виде $f_{Пр}(\lambda, x, y)$ и $f_{Пj}(\lambda, x_{Пj}, y_{Пj})$ соответственно для производственного предприятия и потребителей готовой продукции.

При функционировании распределительной логистической системы, как и любой организационной системы, на этапе формирования информации производственное предприятие и каждый потребитель сообщают координатору логистической системы оценки своих векторов состояний $(\overline{y_{Пр}}, \{\overline{y_{Пj}}\})$. Возможны варианты, когда сообщаются оценки множеств состояний $Y = Y_{Пр} \bigcap Y_{П}$.

Процедура принятия решений формирует управление и план процесса реализации для производственного предприятия и каждого потребителя на основе собранных и полученных из предыдущего этапа данных. Координатор ЛС определяет механизм управления, состоящий из плана $x_{П} \in X_{П}$, где $x_{П} = \{x_{Пj}\}$ и управление $\lambda \in L$, где X – множество всех допустимых планов, из которого выбирается план распределительной ЛС, L – множество возможных управлений для потребителей.

На последнем этапе функционирования системы происходит реализация планов и стимулирование производственного предприятия и потребителей готовой продукции по результатам выполнения планов. Результаты реализации и стимулирования зависят от вида целевых функций стимулирования. Целевые функции зависят от состояния, плана и управления, т.е. $F_{Пр}(\lambda, x, y)$ и $f_{Пj}(\lambda, x_{Пj}, y_{Пj})$. Примем в качестве функции стимулирования функции штрафа $Q(x, y)$ и $q_j(x_{Пj}, y_{Пj})$ соответственно для производственного предприятия и j-го потребителя,

где

$$Q(x, y) = \begin{cases} = 0, & x = y \\ \geq 0, & x \neq y \end{cases} \qquad (2.5.11)$$

и

$$q_j(x_{Пj}, y_{Пj}) = \begin{cases} = 0, & x_{Пj} = y_{Пj} \\ \geq 0, & x_{Пj} \neq y_{Пj} \end{cases} \qquad (2.5.12)$$

Для описанного процесса распределения готовой продукции с учетом функции штрафа имеет место следующая задача:

$$F_{Пр}(\lambda, x, y) = H(\lambda, x) - Q(x, y) \to \max \qquad (2.5.13)$$

при условиях:

$$\lambda \in L\,,\ x \in X\,,\ y \in Y\,, \qquad (2.5.14)$$

где $H(\lambda, x)$ – доход производственного предприятия.

А для j -го потребителя имеет место задача:

$$f_{Пj}(\lambda, x_{Пj}, y_{Пj}) = h_j(\lambda, x_{Пj}) - q_j(x_{Пj}, y_{Пj}) \to \max \quad (2.5.15)$$

при условиях:

$$\lambda \in L\,,\ x_{Пj} \in X_{Пj}\,,\ \ y_{Пj} \in Y_{Пj} \ \text{ для } \ j \in J_П \qquad (2.5.16)$$

где $h_j(\lambda, x_{Пj})$ – доход j -го потребителя.

2.5.1.1. Модели задач распределительной логистики

Распределение готовой продукции может осуществляться следующими каналами: производство – потребитель; производство – склад – потребитель; производство – склад – дилер – потребитель [18, 19, 23].

В первом случае могут быть 3 варианта распределительных каналов:

- один производитель – несколько потребителей;
- несколько производителей – один потребитель;
- несколько производителей – несколько потребителей;

Задача «поставщик – потребители» об отношениях одного производителя и нескольких потребителей подробно рассмотрена и исследована в работах [16, 17, 30]. Используя принципы построения модели этой задачи, рассмотрим общий случай распределения готовой продукции от нескольких производителей к нескольким потребителям. В постановке задачи дана распределительная логистическая система, где имеются несколько про-

изводственных звеньев, выпускающих однородную продукцию и несколько потребителей данной продукции. Пусть из i-тых пунктов производства (где $i = 1 \div n$, n – пункты производства продукции) груз распределяется в ρ-тые пункты потребления ($\rho = 1 \div m$, где m – число потребителей). Через $x_{i\rho t}$ обозначим объем грузопотока от i-го производителя до ρ-го потребителя в интервале времени t ($t = 1 \div T$, где T – число планируемых интервалов).

Примем, что на этапе формирования данных о функционировании распределительной логистической системы каждый потребитель ρ сообщает о количестве заказа $\{Q_\rho\}$. В любой системе поставок при несвоевременном выполнении доставки могут быть различные потери. Рассмотрим потери с точки зрения потребителя: допустим, что для каждого потребителя существует наиболее предпочтительный график доставки $\{Q_{\rho t}\}$, разбитый по периодам времени. При отклонении реального графика отгрузки $\{x_{i\rho t}\}$ от предпочтительного графика доставки $\{Q_{\rho t}\}$ потребитель несет следующие потери: в случае $\sum_{i=1}^{n} x_{i\rho t} > Q_{\rho t}$ это могут быть затраты на хранение избытка продукции на складах потребителей, а при $\sum_{i=1}^{n} x_{i\rho t} < Q_{\rho t}$ – потери от несвоевременного выполнения заказа. Поэтому потребитель может также сообщать информацию о коэффициентах потерь от недопоставки продукции $\{\beta_{\rho t}\}$ или затрат на ее хранение $\{\alpha_{\rho t}\}$. Тогда потери потребителя при отклонении от графика отгрузки и доставки будут определяться следующей формулой

$$П_{\rho t} = \begin{cases} \alpha_{\rho t} \cdot \left(\sum_{i=1}^{n} x_{i\rho t} - Q_{\rho t} \right) \\ \beta_{\rho t} \cdot \left(Q_{\rho t} - \sum_{i=1}^{n} x_{i\rho t} \right) \end{cases} \qquad (2.5.17)$$

где $\alpha_{\rho t}$ и $\beta_{\rho t}$ – коэффициенты потерь.

Также можно рассмотреть потери с точки зрения отправителя груза, т.е. производственных звеньев системы. Обозначим через $B_i = \{B_{it}\}$ производственную мощность i-того звена, где B_{it} – количество готовой продукции, выпускаемое i-тым производителем в интервале t. Примем, что для i-того производственного звена при решении задачи будут определены потребители, тогда количество продукции $\{x_{i\rho t}\}$, отгружаемое от i-того производственного звена всем потребителям за период времени t не должно превышать его производственного выпуска за этот период, т. е.

$$\sum_{\rho=1}^{m} x_{i\rho t} \le B_{it}. \qquad (2.5.18)$$

Примем, что выпуск продукции происходит дискретно в конце каждого периода времени. Если отгружается потребителям не вся продукция, т.е.

$$\sum_{\rho=1}^{m} x_{i\rho t} < B_{it}, \qquad (2.5.19)$$

то производитель будет вынужден поместить количество не отгруженной продукции у себя на складах. Тогда потери производственного звена составят

$$П_{it} = \gamma_{it} \cdot \left(B_{it} - \sum_{\rho=1}^{m} x_{i\rho t} \right) \qquad (2.5.20)$$

где γ_{it} – коэффициент, учитывающий затраты на хранение готовой продукции на складах производителя i в период времени t.

Обозначим через $c_{i\rho}$ стоимость перевозки единицы готовой продукции от i-го производителя до ρ-го потребителя, что включает в себя все расходы связанные с транспортировкой: затаривание готовой продукции, погрузка, выгрузка, перемещение и т. д.

В данной распределительной логистической системе целевая функция должна обеспечить максимальную выгоду всей системе, т. е. суммарные издержки транспортировки готовой продукции и возможные потери при отклонениях от графика отгрузки-доставки должны быть минимальными за весь период функционирования

$$\Psi = \sum_{i=1}^{n}\sum_{\rho=1}^{m}\sum_{t=1}^{T}\left(x_{i\rho t}\cdot c_{i\rho}\right)+\sum_{i=1}^{n}\sum_{t=1}^{T}\Pi_{it}+\sum_{\rho=1}^{m}\sum_{t=1}^{T}\Pi_{\rho t}\to\min \quad . \tag{2.5.21}$$

Тогда ограничения, соответствующие данной задаче, будут следующими:

$$\sum_{\rho=1}^{m}\sum_{t}^{T}x_{i\rho t}\le B_i,\ i=1\div n; \tag{2.5.22}$$

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{t=1}^{T}x_{i\rho t}\ge Q_\rho,\ \rho=1\div m; \tag{2.5.23}$$

$$\Pi_{it}=\gamma_{it}\cdot\left(B_{it}-\sum_{\rho=1}^{m}x_{i\rho t}\right),\ i=1\div n,\ t=1\div T; \tag{2.5.24}$$

$$\Pi_{\rho t}=\begin{cases}\alpha_{\rho t}\cdot\left(\sum_{i=1}^{n}x_{i\rho t}-Q_{\rho t}\right),\ \rho=1\div m,\ t=1\div T;\\ \beta_{\rho t}\cdot\left(Q_{\rho t}-\sum_{i=1}^{n}x_{i\rho t}\right)\end{cases} \tag{2.5.25}$$

$$x_{i\rho t}\ge 0,\quad i=1\div n,\ \rho=1\div m,\ t=1\div T. \tag{2.5.26}$$

При функционировании распределительной логистической системы после сбора необходимой информации Координатор распределительной логистической системы должен составить график отгрузки $\{x_{\rho t}\}$ готовой продукции на основе заявок потребителей с учетом мощности производственного звена.

Функционирование распределительной логистической системы происходит следующим образом. На этапе формирования данных каждый производитель сообщает свою программу вы-

пуска продукции $B_i = \{B_{it}\}$ по интервалам времени и оценку коэффициента γ_{it}, а каждый потребитель – интегральный график доставки продукции $Q_\rho = \{Q_{\rho t}\}$ и оценку коэффициентов потерь $\alpha_{\rho t}$ и $\beta_{\rho t}$.

На этапе планирования координационный центр логистической системы определяет график отгрузки продукции для каждого производственного звена $\{x_{i\rho t}\}$. Возможны различные процедуры формирования планов отгрузки, которые по терминологии теории организационных систем называются законами управления.

Стратегиями игроков в схеме функционирования системы в случае проведения исследования с позиции теории игр будут: для потребителей – графики отгрузки $\{Q_{\rho t}\}$, сообщаемые координационному центру и возможно коэффициенты потерь $\alpha_{\rho t}$ и $\beta_{\rho t}$, если сообщение этих коэффициентов предусмотрено, а для производителей – программа выпуска продукции $B_i = \{B_{it}\}$ и оценка коэффициента потерь γ_{it}. Совокупность стратегий $Q_\rho = \{Q_{\rho t}\}$ и $B_i = \{B_{it}\}$ определят ситуацию игры.

Рассмотрим систему, состоящую из одного поставщика в виде производственного предприятия и нескольких потребителей [18, 29]. Для упрощения индексов показателей рассмотрим задачу для одного вида продукта, поставляемого производственным предприятием, определенным потребителям. Предположим, что $x_{\rho t}$ – количество готовой продукции, необходимое для ρ-го потребителя ($\rho = 1 \div m$, где m – количество потребителей) в интервале времени t ($t = 1 \div T$, где T – число планируемых интервалов). Примем, что на основе договоров-контрактов для данного производственного предприятия определены потребители и количество продукции $Q_{\rho T}$, отгружаемое потребителю ρ за весь планируемый период.

При этом

$$\sum_{\rho=1}^{m} Q_{\rho T} = \sum_{\rho=1}^{m} \sum_{t=1}^{T} x_{\rho t} . \qquad (2.5.27)$$

Производственное предприятие должно составить график отгрузки готовой продукции $\{x_{\rho t}\}$ на основе заявок потребителей и своих мощностей. Примем, что каждый потребитель сообщает производственному предприятию свои потребности в форме интегрального графика доставки $\{Q_{\rho t}\}$, где $Q_{\rho t}$ определяет количество продукции, отгружаемое потребителю ρ от поставщика за первые t интервалов. Потребитель может также сообщить информацию о срочности поставок, например, в виде коэффициентов от недопоставки ресурсов $\{\beta_{\rho t}\}$ или затрат на их хранение $\{\alpha_{\rho t}\}$. Естественно, допустить, что для потребителя существует наиболее предпочтительный график доставки $\{R_{\rho t}\}$. Как видно из рис. 2.5.2 при отклонении реального графика доставки $\left\{V_{\rho t} = \sum_{\tau=1}^{t} x_{\rho \tau}\right\}$ от $\{R_{\rho t}\}$ потребитель несет потери (в случае $V_{\rho t} > R_{\rho t}$ могут быть затраты на хранение избытка продукции, а при $V_{\rho t} < R_{\rho t}$ – потери от неудовлетворения спроса).

Рассмотрим простейший случай кусочно-линейной зависимости потерь от величины дефицита $\Delta_{\rho t} = R_{\rho t} - V_{\rho t}$, а именно

$$\Pi_{\rho t} = \begin{cases} -\alpha_{\rho t} \cdot \Delta_{\rho t}, \ \textit{если} \ \ \Delta_{\rho t} \le 0 \\ \beta_{\rho t} \cdot \Delta_{\rho t}, \ \textit{если} \ \ \Delta_{\rho t} > 0 \end{cases} \qquad (2.5.28)$$

где $\alpha_{\rho t}$ и $\beta_{\rho t}$ – коэффициенты потерь.

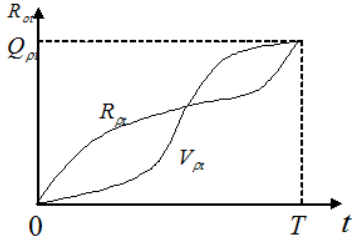


Рис. 2.5.2. Объемы доставки продукции

Суммарные потери $\sum_{\rho=1}^{m}\sum_{t=1}^{T} \Pi_{\rho t}$ примем за критерий эффективности функционирования распределительной логистической системы. Рассмотрим следующую систему взаимоотношений между производственным предприятием и потребителями. Потребители платят за готовую продукцию по цене c_t, если доставка произведена в интервале t. Практически интересным является случай, когда суммарная доставка поставщиков в любом интервале $t < T$ превышает необходимое к этому времени количество продукции, т. е.

$$\sum_{\rho=1}^{m} Q_{\rho t} \geq \sum_{\tau=1}^{t} b_{\tau} = B_t \cdot \qquad (2.5.29)$$

В этом случае $c_1 \geq c_2 \geq \ldots \geq c_T$, т. е., чем раньше производится доставка, тем выше цена. Цена c_T может соответствовать оптовой цене продукции, а разность $\lambda_t = c_t - c_T$ определяет надбавку за срочность. Производственное предприятие, в свою очередь, штрафуется за срыв поставки продукции. Эти штрафы могут частично или полностью пойти на компенсацию потерь потребителей. Принимая кусочно-линейный вид функции штрафов, запишем целевую функцию производственного предприятия в виде

$$F = \sum_{\rho=1}^{m}\sum_{t=1}^{T}\left[c_T \cdot x_{\rho t} - \begin{Bmatrix} \gamma_{\rho t} \cdot (V_{\rho t} - Q_{\rho t}) \\ \mu_{\rho t} \cdot (Q_{\rho t} - V_{\rho t}) \end{Bmatrix} \right], \qquad (2.5.30)$$

где $\gamma_{\rho t}$, $\mu_{\rho t}$ – коэффициенты штрафов.

Целевая функция потребителей включает плату за продукцию и потери при отклонении реального графика доставки от желаемого

$$P_\rho = \sum_{t=1}^{T}\left[c_t \cdot x_{\rho t} + \begin{Bmatrix}\alpha_{\rho t}\cdot(V_{\rho t}-R_{\rho t})\\ \beta_{\rho t}\cdot(R_{\rho t}-V_{\rho t})\end{Bmatrix}\right], \rho = 1 \div m. \qquad (2.5.31)$$

Наконец, выпишем ограничения, определяющие допустимые графики доставки ресурсов:

$$\sum_{\rho=1}^{m} V_{\rho t} \le B_t, \quad t = 1 \div T; \qquad (2.5.32)$$

$$V_{\rho T} = Q_{\rho T}, \quad \rho = 1 \div m, \; t = 1 \div T; \qquad (2.5.33)$$

$$x_{\rho t} \ge 0, \; \rho = 1 \div m, \; t = 1 \div T. \qquad (2.5.34)$$

Будем считать, что потери потребителей от недопоставок продукции существенно превышают затраты на хранение избытка продукции. Тогда целевую функцию потребителя перепишем в следующем виде:

$$P_\rho = \sum_{t=1}^{T}\left\{c_t \cdot x_{\rho t} + \beta_{\rho t}\cdot(R_{\rho t}-V_{\rho t})\cdot 1\left[R_{\rho t}-V_{\rho t}\right]\right\}, \qquad (2.5.35)$$

где $1[\theta]=1$ при $\theta \ge 0$ и $1[\theta]=0$ при $\theta < 0$.

Примем, что производственное предприятие не производит отгрузку продукции сверх заказанного количества $Q_{\rho t}$, т. е. $V_{\rho t} \le Q_{\rho t}$ для всех ρ и t. Далее можно отбросить составляющую

$$\sum_{\rho=1}^{m}\sum_{t=1}^{T} c_T x_{\rho t} = c_t \sum_{\rho=1}^{m} Q_{\rho T} \qquad (2.5.36)$$

целевой функции производственного предприятия. Поэтому производственное предприятие определяет план отгрузки про-

дукции из условия минимизации штрафов за срыв поставок или из эквивалентного условия максимума величины

$$F = \sum_{\rho=1}^{m} \sum_{t=1}^{T-1} \mu_{\rho t} V_{\rho t} \quad . \tag{2.5.37}$$

Функционирование системы происходит следующим образом. На этапе формирования данных каждый потребитель сообщает поставщику интегральный график отгрузки продукции $Q_{\rho t}$ (заказ) и возможно оценку коэффициента потерь $\beta_{\rho t}$. Примем, что коэффициент штрафа $\mu_{\rho t}$ равен (или прямо пропорционален) этой оценке. На этапе планирования производственное предприятие определяет график отгрузки продукции $V = \{V_\rho\}$. На этом же этапе определяются цены $c = \{c_t\}$.

Добавим в исходную задачу следующие условия:

$$V_{\rho t} \geq V_{\rho,t-1}, \ \rho = 1 \div m, \ t = 1 \div T, \tag{2.5.38}$$

$$V_{\rho t} \leq Q_{\rho t}, \ \rho = 1 \div m, \ t = 1 \div T-1. \tag{2.5.39}$$

Запишем задачу (2.5.31–2.5.34, 2.5.38–2.5.39) в другом виде, перейдя к переменным $x_{\rho t} = V_{\rho t} - V_{\rho,t-1}$. Обозначим $s_{\rho t} = \sum_{\tau=1}^{T-1} \mu_{\rho\tau}$. После несложных преобразований получаем задачу максимизации

$$\sum_{\rho=1}^{m} \sum_{t=1}^{T-1} s_{\rho t} x_{\rho t} \rightarrow \max \tag{2.5.40}$$

при ограничениях

$$\sum_{\rho=1}^{m} \sum_{\tau=1}^{t} x_{\rho\tau} \leq B_t, \qquad t = 1 \div T-1, \tag{2.5.41}$$

$$\sum_{\tau=1}^{t} x_{\rho\tau} \leq Q_{\rho t}, \ t = 1 \div T-1 \ , \ \rho = 1 \div m. \tag{2.5.42}$$

Возможны различные процедуры формирования планов отгрузки и цен, т. е. законы управления. Одним из них является закон открытого управления, при котором план отгрузки и цены определяются в результате решения задачи согласованного планирования. В данной задаче должны быть дополнительные условия совершенного согласования [14, 24], которые отражают интересы потребителей при составлении планов отгрузки.

$$\Psi_\rho = \sum_{t=1}^{T} \left\{ c_t \cdot x_{\rho t} + \mu_{\rho t} \cdot (Q_{\rho t} - V_{\rho t}) \cdot 1\left[Q_{\rho t} - V_{\rho t}\right] \right\} \qquad (2.5.43)$$

.

Заметим, что в (2.5.43) коэффициент $\mu_{\rho t}$ является оценкой $\beta_{\rho t}$, а заказ $Q_{\rho t}$ – оценкой желательного графика отгрузки $R_{\rho t}$. Так как $V_{\rho t} \le Q_{\rho t}$, то условие минимума (2.5.43) при ограничениях (2.5.42) эквивалентно условию минимума

$$\sum_{t=1}^{T-1} (c_t - c_T - s_{\rho t}) x_{\rho t}\,, \quad \rho = 1 \div m \qquad (2.5.44)$$

при тех же ограничениях.

2.6. Задачи и функции транспортной логистики

Под транспортной логистикой понимается товародвижение, при котором совершаются операции, связанные с перемещением груза от места его производства до места его потребления.

К задачам транспортной логистики в первую очередь относятся задачи, решение которых усиливает согласованность действий непосредственных участников транспортного процесса. Актуальность в решении таких задач возникает в случае, когда объемы транспортной работы велики и используются смешанные перевозки с участием нескольких видов транспорта.

Применение логистического подхода к организации смешанных перевозок имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционным подходом. К ним относятся:

- наличие единого оператора процесса перевозки, который создает возможность проектировать сквозной материальный поток;
- использование единого транспортного документа;
- создание единой тарифной ставки фрахта;
- достижение единой и высокой ответственности за груз;
- превращение контрагентов из конкурирующих сторон в партнеров, взаимодополняющих друг друга в транспортном процессе.

Транспорт органично вписывается в производственные и торговые процессы. Поэтому транспортная составляющая участвует во множестве задач логистики. Вместе с тем существует достаточно самостоятельная транспортная область логистики, в которой многоаспектная согласованность между участниками транспортного процесса может рассматриваться вне прямой связи с сопряженными производственно-складскими участками движения материального потока.

Логистика, как отмечалось, это единая техника, технология, экономика и планирование. Соответственно, к задачам транспортной логистики следует отнести обеспечение технической и технологической сопряженности участников транспортного процесса, согласование их экономических интересов, а также использование единых систем планирования. Кратко охарактеризуем каждую из этих задач.

Техническая сопряженность в транспортном комплексе означает согласованность параметров транспортных средств как внутри отдельных видов, так и в межвидовом разрезе. Эта согласованность позволяет применять модальные перевозки, работать с контейнерами и грузовыми пакетами [17, 19, 25].

Технологическая сопряженность подразумевает применение единой технологии транспортировки, прямые перегрузки, бесперегрузочное сообщение.

Экономическая сопряженность – это общая методология исследования конъюнктуры рынка и построения тарифной системы.

Совместное планирование означает разработку и применение единых планов графиков.

К задачам транспортной логистики относят также:

- создание транспортных систем, в т. ч. создание транспортных коридоров и транспортных цепей;
- обеспечение технологического единства транспортно-складского процесса;
- совместное планирование транспортного процесса со складским и производственным;
- выбор вида транспортного средства;
- выбор типа транспортного средства;
- определение рациональных маршрутов доставки и др.

Рассмотрим транспортную систему, состоящую из n пунктов отправления и m пунктов назначения груза. Каждый пункт отправления имеет производственную мощность Q_i (где $i = 1 \div n$), а каждый пункт назначения – потребности в грузе P_j (где $j = 1 \div m$).

Задача заключается в определении объемов перевозок x_{ij} так, чтобы общие затраты в системе были минимальными. Они определены в виде матрицы затрат c_{ij} для всех $i = 1 \div n$ и $j = 1 \div m$.

Формализованное описание задачи имеет вид

$$F = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} c_{ij} x_{ij} \to \min \qquad (2.6.1)$$

при ограничениях

$$\sum_{i=1}^{n} x_{ij} \geq P_j, \quad j = 1 \div m; \qquad (2.6.2)$$

$$\sum_{j=1}^{m} x_{ij} \leq Q_i, \quad i = 1 \div n; \qquad (2.6.3)$$

$$x_{ij} \geq 0, \quad i = 1 \div n, \; j = 1 \div m. \qquad (2.6.4)$$

2.6.1. Описание модели механизмов функционирования транспортной логистики

Рассмотрим модель механизмов функционирования транспортных процессов в транспортной логистической системе (ТЛС) для случая транспортировки грузов между поставщиками и потребителями. Состояние процессов транспортировок описывается в зависимости от состояний каждой транспортной организации, каждого отправителя грузов (поставщика) и каждого получателя грузов (потребителя). Схема взаимодействия элементов транспортной логистики приведена на рис. 2.6.1

Обозначим через y_{Oi} – состояние i-го поставщика-отправителя, которое определяется из множества его состояний Y_{Oi}, тогда это условие можно записать как

$$y_{Oi} \in Y_{Oi}, \quad i \in I_O, \tag{2.6.5}$$

где I_O – множество поставщиков-отправителей грузов. Состояние всех поставщиков описывается в виде $y_O = \{y_{Oi}\}$, где $i \in I_O$, и определяется из множества их состояний Y_O, т. е. $y_O = \{y_{Oi}\} \in Y_O$, $Y_O = \prod_i Y_{Oi}$, $i \in I_O$.

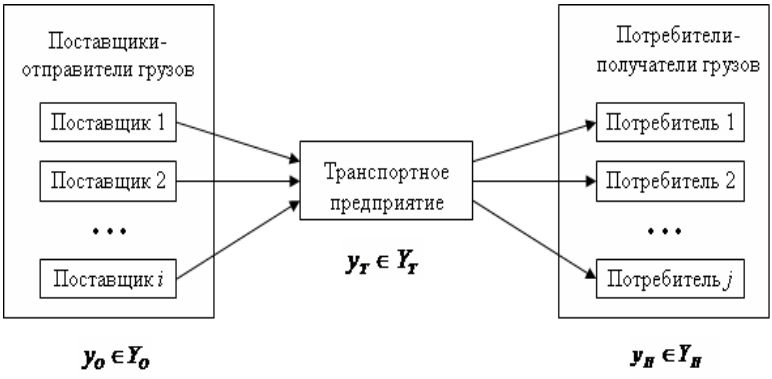


Рис. 2.6.1. Схема взаимодействия элементов транспортной логистики

Таким же образом, обозначим через $y_{\Pi j}$ состояние j-го потребителя (получателя грузов), которое определяется из множества его состояний $Y_{\Pi j}$,

$$y_{\Pi j} \in Y_{\Pi j}, \quad j \in J_{\Pi}, \tag{2.6.6}$$

где J_{Π} – множество потребителей грузов. Состояние всех потребителей описывается в виде $y_{\Pi} = \{y_{\Pi j}\}$, где $j \in J_{\Pi}$, и определяется из множества их состояний Y_{Π}, т. е.

$$y_{\Pi} = \{y_{\Pi j}\} \in Y_{\Pi},$$

$$Y_{\Pi} = \prod_{j} Y_{\Pi j}, \; j \in J_{\Pi}. \tag{2.6.7}$$

Аналогично описываются состояния транспортных организаций. Обозначим через $y_{T\rho}$ состояние ρ-той транспортной организации, выполняющей процесс транспортировки от поставщиков до потребителей, а состояние всех видов транспорта, участвующих в перевозочном процессе описывается в виде

$$y_T = \{y_{T\rho}\}, \quad \rho \in R_T, \tag{2.6.8}$$

где R_T – множество видов транспорта. Состояние каждого ρ-того вида транспортной организации определяется из множества их состояний $Y_{T\rho}$, т. е. $y_{T\rho} \in Y_{T\rho}$, для $\rho \in R_T$, а состояние всех транспортных организаций описывается в виде y_T и определяется из множества состояний всех видов транспорта Y_T, т. е.

$$y_T = \{y_{T\rho}\} \in Y_T,$$

$$Y_T = \prod_{\rho} Y_{T\rho}, \quad \rho \in R_T. \tag{2.6.9}$$

Тогда состояние процесса транспортировки y определяется из множества состояний Y, т. е. $y \in Y$,

где

$$y = y_T(y_O, y_П), \quad Y = Y_T \bigcap Y_O \bigcap Y_П. \qquad (2.6.10)$$

Механизм функционирования транспортной логистической системы, как и любой организационной системы, происходит в три этапа согласно процедурам: а) формирования информации; б) принятия решений; в) стимулирования.

Процедура формирования информации позволяет сообщать оператору процесса перевозки, который осуществляет роль координационного центра, оценки векторов состояний $(\{y_{Oi}\},\{y_{T\rho}\},\{y_{Пj}\})$ каждого участника процесса транспортировки в ТЛС, т. е. $y = y_T(y_O, y_П)$.

Возможны варианты, когда сообщаются оценки множеств состояний

$$Y = Y_T \bigcap Y_O \bigcap Y_П. \qquad (2.6.11)$$

На первом этапе функционирования системы происходит сбор данных о моделях, состояниях, возможностях и других характеристиках звеньев ТЛС: от потребителя – вид товара, его количество, качество, срок, место и условия доставки; от поставщика – наличие товара, его количество, качество, цена, место и условия поставки; от перевозчика – количество подвижного состава, их грузоподъемность и другие технические характеристики, условия работы и т. д.

Процедура принятия решений формирует управление и план процесса транспортировки для каждой транспортной организации на основе собранных и полученных из предыдущего этапа данных. План для ρ-той транспортной организации ТЛС будем обозначать как x_ρ, где $\rho \in R_T$. Этот план определяется множеством допустимых планов для нее X_ρ, т. е. $x_\rho \in X_\rho$. Через $x = \{x_\rho,\ \rho \in R_T\}$ будем обозначать план всех видов транспорта, а через X множество всех допустимых планов, из которого выбирается план ТЛС, т. е. $x \in X$. Здесь под планом понимаются объемы перевозок, графики доставки товаров.

Если транспортные организации работают в последовательном режиме, тогда план перевозок или объем материального потока x определяется как:

$$x = \min_{\rho}(x_{\rho}),\ \rho \in R_T, \tag{2.6.12}$$

а множество допустимых планов

$$X = \bigcap_{\rho} X_{\rho},\ \rho \in R_T. \tag{2.6.13}$$

Обозначим через $\lambda_{\rho} \in L_{\rho}$ вектор-управление для ρ-той транспортной организации ТЛС, где L_{ρ} – множество управлений для ρ-того вида транспорта. Вектор управления всей системой λ определяется из множества возможных управлений L, т.е. $\lambda \in L$,

где

$$\lambda = \{\lambda_{\rho}\},\ L = \prod_{\rho} L_{\rho},\ \rho \in R_T. \tag{2.6.14}$$

Здесь под управлением понимаем определяемые координационным центром тарифы перевозок, штрафы или вознаграждения.

Закон управления системой в целом обозначим через

$$\pi = (\lambda, x), \tag{2.6.15}$$

где $\pi = \{\pi_{\rho}\}$,

$$\pi_{\rho} = (\lambda_{\rho}, x_{\rho}),\ \rho \in R_T, \tag{2.6.16}$$

а π_{ρ} – закон управления для ρ-того вида транспорта в ТЛС.

Процедура стимулирования системы соответствует этапу реализации плана перевозок и управления, где целевые функции для каждой ρ-той транспортной организации ТЛС и системы в

целом представлены в следующем виде: $f_\rho(\lambda_\rho, x_\rho, y_\rho)$ и $F(\lambda, x, y)$.

Для описанного транспортного процесса в общем виде имеет место следующая задача:

$$F(\lambda, x, y) \to \max \qquad (2.6.17)$$

при условиях:

$$\lambda \in L,\ x \in X,\ y \in Y. \qquad (2.6.18)$$

А для ρ-той транспортной организации ТЛС имеет место задача:

$$f_\rho(\lambda_\rho, x_\rho, y_\rho) \to \max \qquad (2.6.19)$$

при условиях:

$$\lambda_\rho \in L_\rho,\ x_\rho \in X_\rho,\ y_\rho \in Y_\rho \text{ для } \rho \in R_T. \qquad (2.6.20)$$

Теперь рассмотрим перевозочный процесс при наличии в транспортной логистической системе посредников в виде транспортного узла, представленный на рисунке 2.6.2.

Описание моделей ограничений данной системы учитывает состояния поставщиков, потребителей грузов, транспортных организаций и транспортных узлов. Состояние поставщиков описывается как

$$y_O = \{y_{Oi}\} \in Y_O = \prod_i Y_{Oi},\ \ y_{Oi} \in Y_{Oi},\ \ i \in I_O, \qquad (2.6.21)$$

а состояние потребителей –

$$y_П = \{y_{Пj}\} \in Y_П = \prod_j Y_{Пj},\quad y_{Пj} \in Y_{Пj},\quad j \in J_П. \qquad (2.6.22)$$

Состояние транспортных организаций описываются отдельно для множества i-х видов транспорта – I_T, которые ввозят грузы в транспортный узел, и множества j-х видов транспорта – J_T, которые вывозят грузы из транспортного узла:

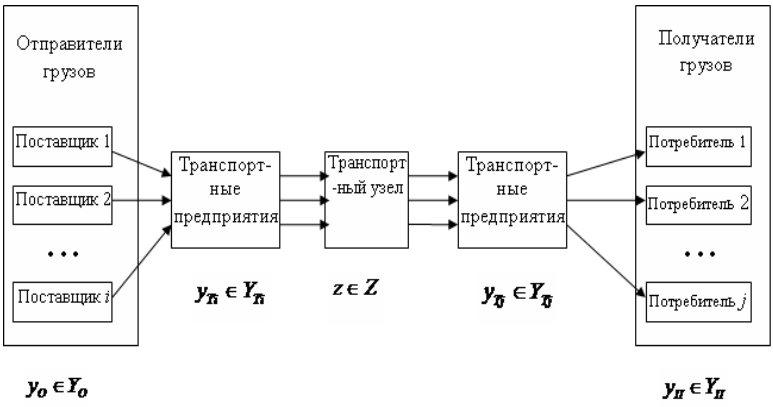


Рис. 2.6.2. Схема взаимодействия элементов транспортной логистики при наличии транспортного узла

$$y_T = \min\{y_T^1, y_T^2\},$$

$$y_T^1 = \{y_{Ti}, i \in I_T\},\ y_{Ti} \in Y_{Ti},\ i \in I_T \quad \text{и}$$

$$y_T^2 = \{y_{Tj}, j \in J_T\},\ y_{Tj} \in Y_{Tj},\ j \in J_T,$$

$$Y_T^1 = \prod_i Y_{Ti},\ Y_T^2 = \prod_j Y_{Tj},\ y_T^1 \in Y_T^1,\ y_T^2 \in Y_T^2, \quad (2.6.23)$$

а состояние процесса транспортировки как

$$Y_T = Y_T^1 \bigcap Y_T^2,\ y_T \in Y_T. \quad (2.6.24)$$

где y_{Ti}, y_{Tj} – соответственно состояние i-й или j-й транспортной организации, которая ввозит или вывозит грузы из транспортного узла;

Y_{Ti}, Y_{Tj} – соответственно множество состояний i-го или j-го транспорта, который ввозит или вывозит грузы из транспортного узла;

y_T^1, y_T^2 – соответственно состояние транспортных организаций, которые ввозят или вывозят грузы из транспортного узла;

Y_T^1, Y_T^2 – соответственно множество состояний всех видов транспорта, которые ввозят или вывозят грузы из транспортного узла.

Обозначим через z – состояние транспортного узла, а Z – множество состояний узла, $z \in Z$.

Состояние процесса транспортировки между поставщиками и транспортным узлом или между транспортным узлом и потребителями определяется соответственно через y^1 и y^2 из множеств Y^1 и Y^2, т. е.

$$y^1 = y_T^1(y_O, z) \in Y^1,$$

$$y^2 = y_T^2(z, y_П) \in Y^2, \qquad (2.6.25)$$

где

$$Y^1 = Y_T^1 \bigcap Y_O \bigcap Y_z,$$

$$Y^2 = Y_T^2 \bigcap Y_П \bigcap Y_z. \qquad (2.6.26)$$

В целом состояние процесса транспортировки y определяется из множества состояний Y, т. е. $y \in Y$,

где

$$y = y_T(y_O, z, y_П),$$

$$Y = Y_T \bigcap Y_O \bigcap Z \bigcap Y_П. \qquad (2.6.27)$$

При функционировании системы на этапе формирования данных в координационный центр сообщаются оценки векторов состояний $(\{\bar{y}_{Ti}\}, \{\bar{z}\}, \{\bar{y}_{Tj}\}, \{\bar{y}_{Oi}\}, \{\bar{y}_{Пj}\})$ каждой подсистемы, т. е. $\bar{y} = \bar{y}_T(\bar{y}_O, \bar{z}, \bar{y}_П)$. Возможны варианты, когда сообщаются оценки множеств состояний $(\bar{Y}_{Oi}, \bar{Y}_{Ti}, \bar{Z}, \bar{Y}_{Tj}, \bar{Y}_{Пj})$.

На этапе процедуры управления формируется вектор управления

$$\lambda = (\lambda_i, \lambda_j),$$

$$\lambda_i \in L_i,\ i \in I_T,$$
$$\lambda_j \in L_j,\ j \in J_T, \qquad (2.6.28)$$

где λ_i, λ_j – соответственно управление для транспортов из множеств I_T и J_T.

План перевозок x определяется как

$$x = \min(x^1, x^2), \qquad (2.6.29)$$

где

$$x^1 = \{x_i, i \in I_T\},\ x_i \in X_i,\ i \in I_T \qquad (2.6.30)$$

и

$$x^2 = \{x_j, j \in J_T\},\ x_j \in X_j,\ j \in J_T,$$
$$X^1 = \prod_i X_i,\ X^2 = \prod_j X_j,\ X = X^1 \cap X^2,\ x \in X, \qquad (2.6.31)$$

где x_i и X_i – соответственно план перевозок и множество возможных планов для i-той транспортной организации, а x_j и X_j – соответственно план перевозок и множество возможных планов для j-той транспортной организации, X – множество возможных планов для всех видов транспорта.

Закон управления представляется в виде

$$\pi = (\lambda, x),\ \pi = \{\pi_i, \pi_j\},$$
$$\pi_i = (\lambda_i, x_i),\ i \in I_T \text{ и } \pi_j = (\lambda_j, x_j),\ j \in J_T. \qquad (2.6.32)$$

После сообщения данных в виде оценок векторов состояний $(\bar{y}_T, \bar{y}_O, \bar{z}, \bar{y}_П)$, множества возможных планов представляются как

$$X_i(y) \text{ для } i \in I_T,$$
$$X_j(y) \text{ для } j \in J_T. \qquad (2.6.33)$$

На этапе процедуры стимулирования рассматриваются две группы целевых функций транспортных организаций:

$$f_i(\lambda_i, x_i, y_i) \text{ при } i \in I_T \qquad (2.6.34)$$

и

$$f_j(\lambda_j, x_j, y_j) \text{ при } j \in J_T. \qquad (2.6.35)$$

Общая задача записывается как:

$$F(\lambda, x, y) \to \max \qquad (2.6.36)$$

при условиях:

$$\lambda \in L,\ x \in X^1 \bigcap X^2,$$

$$y \in Y_T \bigcap Z \bigcap Y_O \bigcap Y_\Pi. \qquad (2.6.37)$$

Для i -той транспортной организации ТЛС имеет место задача

$$f_i(\lambda_i, x_i, y_i) \to \max, \qquad (2.6.38)$$

$$\lambda_i \in L_i,\ x_i \in X_i,\ y_{Ti} \in Y_{Ti} \text{ для } i \in I_T. \qquad (2.6.39)$$

Для j -той транспортной организации ТЛС имеет место задача

$$f_j(\lambda_j, x_j, y_j) \to \max, \qquad (2.6.40)$$

$$\lambda_j \in L_j,\ x_j \in X_j,\ y_{Tj} \in Y_{Tj} \text{ для } j \in J_T. \qquad (2.6.41)$$

2.6.1.1. Модели задач транспортной логистической системы

Рассмотрим механизмы функционирования транспортной системы, состоящей из n видов транспорта и m пунктов назначения груза. Каждая транспортная подсистема имеет пропускную способность Q_{it} (где $i = 1 \div n$), а каждый пункт назначения – потребности в грузе P_{jt} (где $j = 1 \div m$) по периодам функционирования t (где $t = 1 \div T$).

Управление деятельностью системы осуществляется из координационного центра. Задача координационного центра заключается в определении объемов перевозок x_{ijt}, выполненных каждым видом транспорта так, чтобы общие затраты в системе были минимальными. Они определены в виде матрицы затрат c_{ij} для всех $(i = 1 \div n)$ и $(j = 1 \div m)$.

Формализованное описание задачи центра имеет вид

$$F = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} \sum_{t=1}^{T} c_{ij} \cdot x_{ijt} \to \min \qquad (2.6.42)$$

при ограничениях

$$\sum_{j=1}^{m} \sum_{t=1}^{T} x_{ijt} \le Q_i, \qquad i = 1 \div n, \qquad (2.6.43)$$

$$\sum_{i=1}^{n} \sum_{t=1}^{T} x_{ijt} \ge P_j, \qquad j = 1 \div m, \qquad (2.6.44)$$

$$x_{ijt} \ge 0, \ i = 1 \div n, \ j = 1 \div m, \ t = 1 \div T. \qquad (2.6.45)$$

Целевая функция i-той транспортной подсистемы, осуществляющей перевозки, определяется формулой

$$f_i = \sum_{j=1}^{m} \sum_{t=1}^{T} (\lambda_{jt} - c_{ij}) \cdot x_{ijt} \to \max, \qquad (2.6.46)$$

где λ_{jt} – тариф за перевозку единицы груза для j-го потребителя грузов в периоде функционирования t.

Рассмотрим функционирование системы. На этапе формирования данных каждая транспортная подсистема, имеющая целевую функцию (2.6.46), сообщает в координационный центр s_{ij} оценку своих затрат c_{ij} от перевозки груза.

Зная эти величины, координационный центр решает задачу определения грузоперевозок $x_{ijt}(s_{ij})$ с целевой функцией вида

$$F = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} \sum_{t=1}^{T} s_{ij} x_{ijt} \to \min \qquad (2.6.47)$$

при ограничениях (2.6.43–2.6.45).

2.6.1.2. Модели задач транспортной логистической системы с промежуточными пунктами

В транспортной логистике часто присутствуют промежуточные пункты между производителями и потребителями в виде распределительных складских центров (РСЦ). Рассмотрим механизм функционирования транспортной системы с промежуточными пунктами. Пусть из i-тых пунктов производства материальные потоки перевозятся через k-тые промежуточные склады (где $k = 1 \div L$, L – количество распределительных складских центров), в j-тые пункты потребления. Примем следующие обозначения: x_{ikt} – грузопотоки от i-го производителя до k-го РСЦ, x_{kjt} – грузопотоки от k-го РСЦ до j-го потребителя в периоде времени t, где $t = 1 \div T$, r_{ik}, θ_{kj} – стоимости перевозки единицы продукции соответственно из пункта производства i до k-го РСЦ и из k-го РСЦ до j-го потребителя [16–18, 26].

Задача заключается в нахождении таких x_{ikt}, x_{kjt}, которые минимизируют суммарные затраты:

$$F = \sum_{i=1}^{n} \sum_{k=1}^{L} \sum_{t=1}^{T} r_{ik} \cdot x_{ikt} + \sum_{k=1}^{L} \sum_{j=1}^{m} \sum_{t=1}^{T} \theta_{kj} \cdot x_{kjt} \to \min \qquad (2.6.48)$$

при следующих ограничениях:

$$\sum_{k=1}^{L} \sum_{t=1}^{T} x_{ikt} \le Q_i, \; i = 1 \div n, \qquad (2.6.49)$$

$$\sum_{k=1}^{L}\sum_{t=1}^{T} x_{kjt} \geq P_j\,,\ j=1\div m, \qquad (2.6.50)$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_{ikt} \geq \sum_{j=1}^{m} x_{kjt}\,,\ k=1\div L,\ t=1\div T, \qquad (2.6.51)$$

$$x_{ikt}\geq 0,\ x_{kjt}\geq 0,\ i=1\div n,\ k=1\div L,\ j=1\div m,\ t=1\div T\,. \qquad (2.6.52)$$

Предположим, что $\sum_{i=1}^{n} Q_i = \sum_{j=1}^{m} P_j$ и пропускные способности транспортных организаций достаточны для перевозки соответствующих количеств груза.

В качестве целевой функции транспортной логистической системы возьмем суммарные затраты от перевозки грузов по всей сети по формуле (2.6.48) при условиях (2.6.49–2.6.52). Здесь необходимо отметить что каждый отправитель и получатель грузов имеет свои интересы в виде целевых функций. Например, отправитель стремится реализовать свою продукцию подороже, и наоборот получатель стремится получить ее с минимальными издержками.

2.6.1.3. Модели задач транспортной логистической системы в сетевой постановке

Рассмотрим модель транспортной логистической сети $G(A,N)$, представляющей собой совокупность путей сообщения всех видов транспорта и транспортных узлов, где A – множество узлов ТЛС, которые пронумерованы индексами $i=1\div n$, $i\in A$, N – множество дуг (путей сообщения), где $(i,j)\in N$. Необходимо отметить, что 1-й узел является источником, n-й узел – стоком, а все остальные – промежуточными узлами, где товар просто переходит от одного вида транспорта на другой без переработки . Наличие нескольких видов транспорта приводит к тому, что множество N распадается на совокупность отдель-

ных подмножеств N_ρ, в пределах которых используется определенный ρ-й вид транспорта. $N_\rho \subset N$, $\rho = 1 \div m$, где m – количество видов транспорта. Для описания задачи перевозки сквозного материального потока m видами транспорта введем следующие обозначения: x_{ijt} – количество груза, которое должно быть перевезено от i-го узла в j-й узел по дуге $(i, j) \in N$ в период функционирования t, где $t = 1 \div T$, T – количество периодов; u_{ij} – пропускная способность пути сообщения $(i, j) \in N$; c_{ij} – затраты на перевозку единицы груза по дуге $(i, j) \in N$; $x = \{x_{ijt}, (i, j) \in N\}$ – план перевозок; a_{it} – количество груза, которое должно быть вывезено или завезено из (в) i-й узел в периоде функционирования t, которое определяется как

$$a_{it} = \begin{cases} a_{it} > 0, & \text{если } i = 1 \text{ пункт отправления} \\ a_{it} < 0, & \text{если } i = n \text{ пункт потребления} \\ a_{it} = 0, & \text{если } i \neq 1, n \text{ промежуточные пункты} \end{cases}$$

Для данной системы имеют место следующие ограничения:

$$\sum_{(i,j)\in N} x_{ijt} - \sum_{(i,j)\in N} x_{jit} = a_{it},\ i \in A,\ t = 1 \div T. \qquad (2.6.53)$$

Пропускная способность каждого пути сообщения ограничена

$$0 \le x_{ijt} \le u_{ij},\ (i, j) \in N,\ t = 1 \div T. \qquad (2.6.54)$$

Целевая функция ТЛС в целом определяется как суммарные затраты от перевозки грузов по всей транспортной сети

$$F = \sum_{(i,j)\in N} \sum_{t=1}^{T} c_{ij} \cdot x_{ijt} \to \min. \qquad (2.6.55)$$

Если ввести в качестве переменной величину потока V, то целевую функцию задачи можно представить в следующем виде:

$$F = BV - \sum_{(i,j)\in N} \sum_{t=1}^{T} c_{ij} \cdot x_{ijt} \to \max \quad , \tag{2.6.56}$$

здесь B – параметр потока, который определяется как

$$B = \alpha_n - \alpha_1, \tag{2.6.57}$$

где α_1, α_n – стоимости продажи и приобретения единицы груза соответственно в пунктах производства и потребления.

Задача ρ-го вида транспорта представляется целевой функцией

$$f_\rho = \sum_{(i,j)\in N_\rho} \sum_{t=1}^{T} (\lambda_{ij} - c_{ij}) \cdot x_{ijt} \to \max \tag{2.6.58}$$

при ограничениях (2.6.53, 2.6.54), где N_ρ – множество путей сообщения ρ-го вида транспорта, λ_{ij} – доход от перевозки единицы груза по дуге $(i,j) \in N_\rho$, $\rho = 1 \div m$, который определяется как $\lambda_{ij} = \alpha_j - \alpha_i$, где α_i и α_j – стоимости продажи и приобретения единицы груза соответственно в пунктах отправления и получения.

Характерной особенностью рассмотренной системы является взаимодействие в перевозочном процессе различных видов транспорта. Эта особенность усложняет функционирование организационного механизма транспортных процессов в логистической системе, т.к. в процессе транспортировки возникают задачи согласования интересов различных видов транспорта между собой, между поставщиками и потребителями грузов.

2.7. Описание механизмов функционирования логистической системы

На основе рассмотренных выше описаний механизмов функционирования отдельных областей логистики, дадим описание механизма функционирования логистической системы в целом.

Рассмотрим схему взаимодействия звеньев логистической системы в виде логистического канала. Отличительной особенностью логистической системы от ранее рассматриваемых производственных и других систем является то, что все элементы данной системы друг с другом связывает сквозной материальный поток. Этот поток будет преобразовываться от одного вида в другой более значимый вид по ходу движения по звеньям логистической системы, т.е. от материального ресурса в полуфабрикат, затем в готовую продукцию в оптовой партии и т. д. [18, 27–29].

Система, изображенная на рис. 2.7.1, имеет n элементов-звеньев, через которые материальный поток проходит последовательно. Здесь координатор логистического центра (КЛЦ) играет роль субъекта управления, регулируя действия функциональных подразделений в процессе движения и преобразования материального потока. Управление звеньями логистической системы осуществляется путем сбора, обработки, анализа и передачи данных о движении материального потока и согласованием сроков и объемов перевозки.

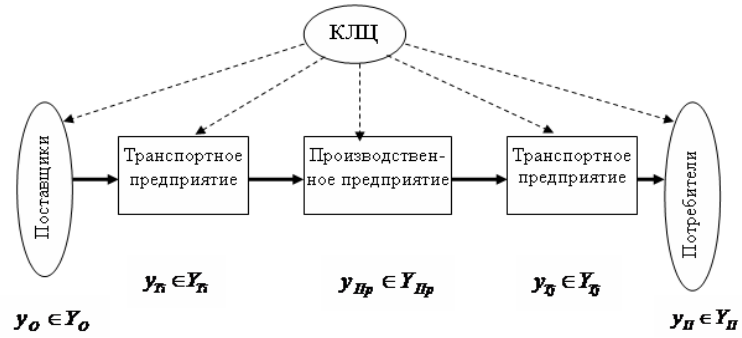


Рис. 2.7.1. Схема взаимодействия звеньев логистической системы

Описание модели механизмов функционирования данной логистической системы будет включать в себя описания моделей всех ее элементов и системы в целом. Опираясь на понятия активного элемента и центра в теории активных систем, дадим следующие описания модели логистической системы.

Обозначим множество звеньев логистической системы как $I = \{i, i = 1,2,...,n\}$, а посредством нижнего индекса i будем относить соответствующие величины к i-тому звену ЛС. Состоянием звена в данный момент времени называют «множество значений важных характеристик», которыми звено ЛС обладает. Вектор состояния i-го звена ЛС будем обозначать как

$$y_i = \{y_{ij}, j \in J_i\} \in Y_i, \qquad (2.7.1)$$

где y_{ij} – j-й показатель состояния, а J_i – множество всех показателей состояния i-го звена, Y_i – множество возможных состояний i-го звена.

Под состоянием всей системы будем понимать совокупность состояний всех ее звеньев, и обозначать как

$$y = \{y_i, i \in I\}, \qquad (2.7.2)$$

где $y \in Y$, Y – множество возможных состояний всей системы. На множество возможных состояний всей системы также влияют ограничения, определяемые внешней средой и связями звеньев между собой. Эти ограничения называются глобальными и обозначаются как $Y^{ГЛ}$. Тогда с учетом в системе локальных и глобальных ограничений множество Y возможных состояний системы может быть представлено как результат теоретико-множественного пересечения множества $Y^{ГЛ}$ глобально допустимых состояний системы с декартовым произведением $\prod_{i \in I} Y_i$ множеств локально-допустимых состояний составляющих ее звеньев:

$$Y = Y^{ГЛ} \cap (\prod_{i \in I} Y_i). \qquad (2.7.3)$$

Рассмотрим пример описания ограничений состояния элементов в логистической системе, где звенья связаны друг с другом последовательными горизонтальными отношениями, т. е. каждое звено потребляет продукцию предыдущего звена как ресурс для выпуска своего продукта. Таким образом, каждое звено логистической системы выступает одновременно в виде поставщика и потребителя продукции. Состояние каждого звена данной системы представим парой – вектором затрат v_i и вектором выпуска u_i : $y_i = (v_i, u_i)$, а модель ограничений – технологическим множеством Y_i :

$$y_i = (v_i, u_i) \in Y_i . \qquad (2.7.4)$$

Специфика горизонтальных связей в рассматриваемой системе накладывает определенные условия на размерность и соотношение величин векторов «затраты – выпуск» звеньев логистической системы. Предположим, что размерность $m_{i-1}^{вых}$ вектора выпуска каждого поставщика равна или меньше размерности $m_i^{вх}$ вектора затрат соответствующего потребителя: $m_{i-1}^{вых} \le m_i^{вх}$, $i = 2,3,...,n$.

Пусть, например, $m_{i-1}^{вых} = m_i^{вх}$, $i = 2,3,...,n$.

Величина выпуска продукции каждого поставщика ограничивает уровень затрат связанного с ним потребителя. Последнее условие обусловливает наличие в системе глобальных ограничений и формально может быть записано как условие равенства выпусков и затрат смежных звеньев логистической системы $u_{i-1} = v_i$, $i = 2 \div n$.

Если звеном ЛС может потребляться не вся продукция, выпускаемая предыдущим звеном, то знак равенства в этом условии заменяется на знак неравенства

$$u_{i-1} \ge v_i , \quad i = 2 \div n , \qquad (2.7.5)$$

т. е. объем затрат i-го звена ЛС не может превышать объема выпуска $(i-1)$-го звена.

Наличие в системе еще одного глобального ограничения определяется тем, что объем затрат v_i первого после поставщика звена ограничивается количеством ресурсов R, находящихся у данного поставщика

$$v_1 \le R. \qquad (2.7.6)$$

Но в то же время необходимо учитывать, что логистическая система функционирует для удовлетворения потребностей конечных потребителей в готовой продукции. Поэтому вместо последнего ограничения в модель задачи включим ограничение в виде достаточного удовлетворения спроса потребителей, т. е. выпуск последнего звена должен быть не меньше спроса Q на данную продукцию у конечных потребителей:

$$u_n \ge Q. \qquad (2.7.7)$$

Таким образом, модель глобальных ограничений $Y^{ГЛ}$ последовательной цепочки звеньев логистической системы определяется как множество всех векторов $y = \{(v_i, u_i)\}$ «затраты-выпуск» системы, удовлетворяющих условиям (2.7.5–2.7.7), а совместное рассмотрение приведенных локальных и глобальных ограничений позволяет построить модель ограничений всей системы в целом.

План для *i*-го звена логистической системы будем обозначать как $x_i = \{x_{ij}, j \in J_i^n\}$, где J_i^n – множество планируемых компонент состояния i-го звена. План i-го звена ЛС определяется множеством допустимых планов для этого звена X_i, т. е. $x_i \in X_i$. Через $x = \{x_i, i \in I\}$ будем обозначать план всей логистической системы, а через X множество всех допустимых планов, из которого выбирается план системы, т. е. $x \in X$. Множество X будем представлять в виде

$$X = X^{ГЛ} \bigcap (\prod_{i \in I} X_i), \qquad (2.7.8)$$

где X_i – множество допустимых планов i-го звена, а $X^{ГЛ}$ – множество глобально-допустимых планов системы.

Процедура формирования информации на первом этапе функционирования системы позволяет сообщать в координационный центр оценки векторов состояний $y_i = \{y_{ij}, j \in J_i\} \in Y_i$ каждого звена логистической системы. Возможны варианты, когда сообщаются оценки множеств состояний Y_i.

На первом этапе функционирования системы происходит сбор данных о моделях, состояниях, возможностях и других характеристиках звеньев ЛС.

Процедура принятия решений формирует управление и план процесса управления материальным потоком для каждого звена на основе данных из предыдущего этапа. Обозначим $\lambda_i \in L_i$ вектор-управление для i-го звена, где L_i – множество управлений для i-го звена. Вектор управления всей системой определяется из множества возможных управлений L, т. е. $\lambda \in L$, где $\lambda = \{\lambda_i\}$, $L = \prod_i L_i$, $i \in I$. Обозначим закон управления системой в целом через $\pi = (\lambda, x)$, где $\pi = \{\pi_i\}$, $\pi_i = (\lambda_i, x_i)$, $i \in I$, π_i – закон управления для i-го звена.

На последнем этапе функционирования системы происходит реализация планов и стимулирование звеньев ЛС по результатам выполнения планов. Результаты реализации и стимулирования зависят от вида целевых функций стимулирования. Целевые функции зависят от состояния, плана и управления, т. е. $F(\lambda, x, y)$, $f_i(\lambda_i, x_i, y_i)$. Примем в качестве функции стимулирования функции штрафа $Q(x, y)$ и $q_i(x_i, y_i)$ соответственно для системы в целом и i-го звена, где

$$Q(x, y) = \begin{cases} = 0, & x = y \\ \geq 0, & x \neq y \end{cases}, \qquad (2.7.9)$$

$$q_i(x_i, y_i) = \begin{cases} = 0, \ x_i = y_i \\ \geq 0, \ x_i \neq y_i \end{cases}. \qquad (2.7.10)$$

Для описанной логистической системы в общем виде имеет место следующая задача:

$$F(\lambda, x, y) = H(\lambda, x) - Q(x, y) \to \max \qquad (2.7.11)$$

при условиях:

$$\lambda \in L = \prod_i L_i, \ i \in I,$$

$$x \in X = X^{ГЛ} \cap (\prod_{i \in I} X_i), \ i \in I,$$

$$y \in Y = Y^{ГЛ} \cap (\prod_{i \in I} Y_i), \ i \in I, \qquad (2.7.12)$$

где $H(\lambda, x)$ – доход системы.

А для i-го звена имеет место задача

$$f_i(\lambda, x_i, y_i) = h_i(\lambda, x_i) - q_i(x_i, y_i) \to \max \qquad (2.7.13)$$

при условиях:

$$\lambda_i \in L_i, \ i \in I,$$

$$x_i = \{x_{ij}, j \in J_i^n\} \in X_i, \ i \in I,$$

$$y_i = (v_i, u_i) \in Y_i, \ i \in I,$$

$$u_{i-1} \geq v_i, \ i = 2 \div n,$$

$$v_1 \leq R,$$

$$u_n \geq Q, \qquad (2.7.14)$$

где $h_i(\lambda, x_i)$ – доход i-го звена ЛС.

Таким образом, построена общая модель задачи функционирования логистической системы.

2.8. Модели логистической системы в виде последовательной материалопроводящей цепи

Рассмотрим модель задачи определения объемов материальных потоков на основе спроса потребителей на конечную продукцию. Для этого дадим описание логистической цепи, представленной на рис. 2.8.1 и состоящей из n элементов-звеньев, упорядоченных по направлению движения материального потока, т. е. первое звено – это поставщик исходного сырья, а n-тое звено – потребитель конечной продукции. Обозначим через x_{it} объем материального потока, проходящего через i-тое звено (где $i = 1 \div n$) в периоде функционирования t (где $t = 1 \div T$, T – количество периодов). Каждое звено в качестве входного ресурса использует продукцию предыдущего звена. Пусть r_i будет выражать коэффициент затрат i-того звена, т. е. количество единиц продукции предыдущего звена, используемое в производстве единицы продукции i-тым звеном. Каждое звено имеет расходы c_i на определенные операции над единицей материального потока (обработка, перевозка, хранение, расфасовка и т. д.). Пусть конечный потребитель задает общий объем спроса Q на готовую продукцию, который разбит по периодам функционирования t, т. е.

$$Q = \sum_{t=1}^{T} Q_t \cdot$$

Предположим, что количество ресурса неограниченно и пропускные способности звеньев достаточны для переработки необходимого объема материального потока, т. е. ЛС всегда должна находить надежного поставщика, имеющего необходимое количество исходного ресурса. Данное условие является принципом логистики: удовлетворение спроса потребителей всеми возможными способами.

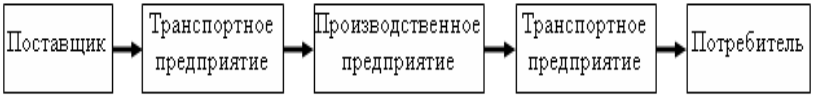


Рис. 2.8.1. Схема логистической системы в виде последовательной материалопроводящей цепи

Система в целом ставит перед собой цель минимизации суммарных издержек по всем звеньям. Данной задаче соответствует следующая модель:

$$F = \sum_{i=1}^{n} \sum_{t=1}^{T} c_i \cdot x_{it} \to \min \qquad (2.8.1)$$

при ограничениях

$$x_{it} - r_{i+1} \cdot x_{i+1,t} \geq 0, \quad i = 1 \div (n-1), \quad t = 1 \div T, \qquad (2.8.2)$$

$$x_{nt} \geq Q_t, \qquad (2.8.3)$$

$$x_{it} \geq 0. \qquad (2.8.4)$$

При данной постановке каждое звено ЛС будет стремиться максимизировать свои интересы, т.е. их целевыми функциями будут

$$f_i = \sum_{t=1}^{T} (u_{it} - c_i) \cdot x_{it} \to \max, \qquad (2.8.5)$$

где u_{it} – цена единицы продукции i-того звена в периоде функционирования t.

В рассмотренной модели логистической системы в виде последовательной материалопроводящей цепи все звенья будут сообщать в координационный центр логистической системы завышенные оценки своих коэффициентов затрат и издержек, что приведет к завышению цены конечной продукции. Поэтому перейдем к рассмотрению другой системы, состоящей из нескольких подсистем.

2.9. Модели логистической системы с множеством функциональных подсистем

Так как функционирование системы, представленной в виде последовательной логистической цепи, не эффективно, рассмотрим более сложную систему, где одно функциональное звено может состоять из нескольких подсистем, например, несколько поставщиков, несколько перевозчиков и т. д. [18]. Такая система представлена на рис. 2.9.1.

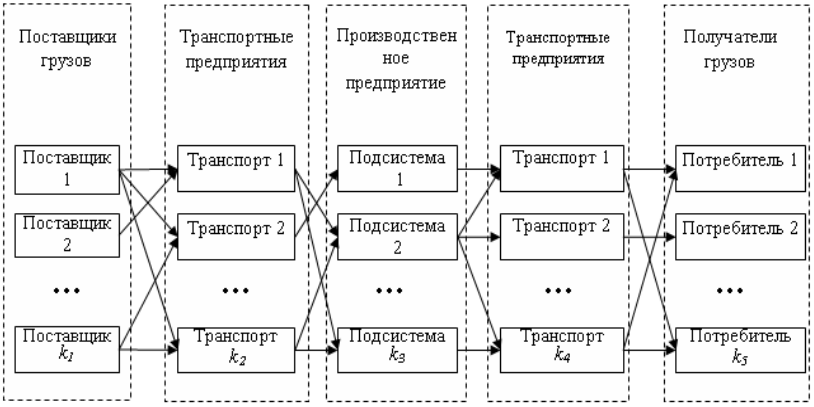


Рис. 2.9.1. Схема логистической системы с множеством функциональных подсистем

Сложная логистическая система состоит из n подсистем, упорядоченных по направлению движения материального потока, т. е. первая подсистема – это поставщики исходного сырья, а n-тая подсистема – потребители конечной продукции. Каждая подсистема состоит из нескольких однофункциональных элементов-звеньев. Обозначим через x_{ijt} объем материального потока, проходящего через j-тое звено i-той подсистемы (где $i = 1 \div n$, n – количество подсистем, $j = 1 \div k_i$ k_i – количество элементов-звеньев в i-той подсистеме) в период функционирования t (где $t = 1 \div T$, T – количество периодов).

Каждое звено в качестве входного ресурса использует продукцию звеньев предыдущей подсистемы. Пусть r_{ij} будет выражать коэффициент расхода ресурса j-того звена i-той подсистемы, т.е. количество единиц продукции предыдущей подсистемы, используемое в производстве единицы продукции j-того звена i-той подсистемы. Каждое звено имеет расходы c_{ij} на определенные операции над единицей материального потока (обработка, перевозка, хранение, расфасовка и т. д.).

Примем, что задается объем спроса Q на готовую продукцию у потребителей, который разбит по периодам функционирования t, т. е.

$$Q = \sum_{t=1}^{T} Q_t \cdot \tag{2.9.1}$$

Предположим, что количество ресурса для удовлетворения спроса на готовую продукцию неограниченно, но объем перерабатываемого материального потока в каждом звене ЛС ограничен их пропускными способностями. Система в целом ставит перед собой цель минимизации суммарных издержек по всем звеньям. Данной задаче соответствует следующая модель:

$$F = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{k_i} \sum_{t=1}^{T} c_{ij} \cdot x_{ijt} \to \min \tag{2.9.2}$$

при ограничениях

$$\sum_{j=1}^{k_i} x_{ijt} - \sum_{j=1}^{k_{i+1}} r_{i+1,j} \cdot x_{i+1,jt} \geq 0,\ i = 1 \div (n-1),\ t = 1 \div T, \tag{2.9.3}$$

$$\sum_{j=1}^{k_n} x_{njt} \geq Q_t, \quad t = 1 \div T, \tag{2.9.4}$$

$$0 \leq x_{ijt} \leq v_{ij}. \tag{2.9.5}$$

При данной постановке задачи каждая подсистема ЛС будет стремиться максимизировать свои интересы, т. е. их целевыми функциями будут

$$f_i = \sum_{j=1}^{k_i} \sum_{t=1}^{T} (u_{it} - c_{ij}) \cdot x_{ijt} \to \max, \quad i = 1 \div n, \quad (2.9.6)$$

где u_{it} – цена единицы сырья, полуфабриката, продукции i-той подсистемы (где $i = 1 \div n$) в период функционирования t ($t = 1 \div T$), необходимо отметить, что $u_{nt} = \lambda_t$.

На этапе формирования данных каждое звено сообщает в координационный центр оценку s_{ij} себестоимости переработки единицы материального потока c_{ij}. Координационный центр, зная величины s_{ij}, решает задачу определения объемов переработки грузов $x_{ijt}(s_{ij})$ с целевой функцией вида

$$F = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{k_i} \sum_{t=1}^{T} s_{ij} \cdot x_{ijt} \to \min \quad (2.9.7)$$

при ограничениях (2.9.4-2.9.5) и

$$\sum_{j=1}^{k_i} x_{ijt} - \sum_{j=1}^{k_{i+1}} r_{i+1,j} \cdot x_{i+1,jt} \geq 0, \quad i = 1 \div (n-1),$$

$$t = 1 \div T. \quad (2.9.8)$$

Логистическая система не всегда ставит цель минимизации издержек переработки материального потока, иногда они даже не имеют смысла. Для своевременного обеспечения потребителя необходимыми товарами систему штрафуют за отклонения в выполнении программ доставок и производства. Рассмотрим модель задачи, где система преследует цель минимизации потерь от несвоевременной поставки материальных потоков в последующие звенья. При этом задача имеет следующий вид:

$$F = \sum_{i=1}^{n} \sum_{t=1}^{T} \Pi_{it} \to \min, \quad (2.9.9)$$

где $\Pi_{it} = \gamma_{it} \cdot \left(\sum_{j=1}^{k_{i+1}} r_{i+1,j} \cdot x_{i+1,jt} - \sum_{j=1}^{k_i} x_{ijt} \right), \; i = 1 \div n, \; t = 1 \div T \quad (2.9.10)$

при ограничениях

$$\sum_{j=1}^{k_n}\sum_{t=1}^{T} x_{njt} \geq Q\,, \tag{2.9.11}$$

$$0 \leq x_{ijt} \leq v_{ij}\,. \tag{2.9.12}$$

При данной постановке задачи каждая подсистема ЛС будет стремиться максимизировать свои интересы, т. е. их целевыми функциями будут

$$f_i = \sum_{j=1}^{k_i}\sum_{t=1}^{T}(\gamma_{it} + c_{ij}) \cdot x_{ijt} \to \min\,,\ \ i = 1 \div n\,. \tag{2.9.13}$$

где γ_{it} – штраф за несвоевременно поставленную единицу сырья, полуфабриката, продукции i-той подсистемы (где $i = 1 \div n$) в периоде функционирования t (где $t = 1 \div T$).

Для сложной логистической системы с несколькими однофункциональными звеньями в одной подсистеме наиболее эффективным принципом управления является система, в которой применяются штрафы (задача 2.9.9–2.9.12). Целевая функция и ограничения данной задачи способствуют усилению конкурентной борьбы между звеньями одной подсистемы и стимулируют снижение издержек. Также данная задача полностью удовлетворяет принципам логистического подхода к управлению материальными потоками – своевременное выполнение заказов на доставку с минимальными издержками.

На основе моделей механизмов функционирования отдельных подсистем логистики разработана модель механизма функционирования логистической системы в целом. Описанная нами модель логистистической системы позволяет сделать следующие выводы: функциональное расширение системы увеличивает количество последовательных подсистем, что влечет за собой повышение стоимости конечного продукта у потребителей. Увеличение «глубины» структуры логистической системы, т. е. количества однофункциональных звеньев в одной подсистеме, стимулирует снижение издержек производства (обработки, транспортировки и пр.) и получение оптимального плана загрузки.

3. ИГРОВЫЕ ИМИТАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

3.1. Применение игровых имитационных моделей логистики в учебном процессе

Типология моделей логистики в учебном процессе производна от понятия «информационная логистическая система», которое, как известно, в силу своей громадной концептуальной емкости и многообразия промежуточных форм существования в реальной практике окончательно не установлено. Аморфное представление о сущности и нюансах логистической деятельности не способствует созданию эффективного методологического инструментария в виде модельного ряда, учитывающего специфику и фазы существования объекта логистизации. С другой стороны, неразвитость аппарата моделирования в логистике тормозит развитие ее как науки.

Приходится заимствовать из других областей знаний (исследование операций, теория управления организационными системами и др.) различные методы и способы моделирования, но этот путь требует глубокого критического анализа имеющегося спектра моделей, переосмысления их потенциальных возможностей и органических недостатков с точки зрения логистики [16–18, 31].

Имитационные модели (ИМ) имеют более сложный характер. И неудивительно, поскольку по названному признаку практически все классы, подклассы, виды, группы и разновидности абстрактных моделей можно считать имитацией реальной действительности. Для подтверждения правильности данного заключения можно сослаться на классическое определение сущности имитационного моделирования, которое представляется в виде «процесса формирования модели реальной системы и проведения на этой модели экспериментов в целях выявления свойств системы и определения возможных путей ее создания, совершенствования и (или) эффективного использования».

Задачи, возникающие в связи с исследованием функционирования логистических систем, можно разделить на задачи ана-

лиза и задачи синтеза. Задачи анализа связаны с исследованием свойств заданного механизма функционирования или некоторого множества механизмов, а задачи синтеза – с построением механизмов функционирования, обладающих нужными свойствами. В решении этих задач используется ряд методов: наблюдение за функционированием реальных организаций, экспериментальное апробирование на них тех или иных предложений, имитационное моделирование, теоретическое исследование. Наибольший эффект может дать только умелое совместное их применение.

Поэтому до начала проведения имитационных экспериментов желательно иметь теоретические оценки ожидаемых результатов.

Эксперимент – один из наиболее распространенных методов исследования в естественных науках. Ускорить и удешевить эксперимент позволяет проведение исследований на моделях логистических систем. Применение теории эксперимента позволяет еще больше уменьшить стоимость и время эксперимента, увеличить точность и надежность результатов. Эксперименты в исследованиях организационных систем, и, в частности, логистических систем, отличаются от экспериментов в естественных науках. Особенность имитационных игр, как средства эксперимента, заключаются в том, что одним из значащих факторов является активное поведение подсистем логистики.

Исследование моделей логистических систем – это решение задач, возникающих при разработке принципов, правил и методов управления организационными системами. Оно проводится путем теоретико-игрового анализа (математическое моделирование), проведения игровых экспериментов – игрового моделирования (имитационные игры) и имитационного моделирования (имитационные эксперименты).

Переход от математического моделирования к игровому при исследовании моделей логистических системы осуществляется следующим образом. Модель элемента логистической системы при теоретическом исследовании заменяется реальным игроком, который сам принимает решения и, соответственно, сам формирует свою стратегию. Точно таким же образом может

осуществляться переход от математического моделирования к имитационному. В этом случае математическую модель логистической системы необходимо реализовать в виде соответствующей программы на ЭВМ. При этом процедура принятия решений элемента логистической системы имитируется путем разработки соответствующих алгоритмов, реализующих гипотезу их поведения.

Еще проще осуществляется переход от имитационной игры, реализованной на ЭВМ к имитационной модели. Это связано с тем, что в этом случае математическая модель функционирования логистической системы уже реализована в виде программы на ЭВМ, и здесь достаточно разработать алгоритмы поведения автоматов, которые заменяют игрока. Отсюда следует, что имитационные игры и имитационные эксперименты тесно связаны между собой.

Имитационное моделирование – есть процесс конструирования модели реальной системы и постановки экспериментов на этой модели с целью либо понять поведение системы, либо оценить различные стратегии, обеспечивающие функционирование данной системы. Имитационное моделирование является экспериментальной и прикладной методологией, имеющей целью:

- описать поведение систем;
- построить теории и гипотезы, которые могут объяснить наблюдаемое поведение;
- использовать эти теории для предсказания будущего поведения системы, т. е. тех воздействий, которые могут быть вызваны изменениями в системе или изменениями способов ее функционирования.

Одним из наиболее важных применений имитационных моделей в практическом и историческом аспектах является прогнозирование поведения моделируемых объектов.

Исследователь должен рассмотреть целесообразность применения имитационного моделирования при наличии любого из следующих условий:

- не существует законченной математической постановки данной задачи, либо еще не разработаны аналитические методы решения сформулированной математической модели. К этой

категории относятся многие модели массового обслуживания, связанные с рассмотрением очередей;

- аналитические методы имеются, но математические процедуры столь сложны и трудоемки, что имитационное моделирование дает более простой способ решения задачи;

- аналитические решения существуют, но их реализация невозможна вследствие недостаточной математической подготовки имеющегося персонала. В этом случае следует сопоставить затраты на проектирование, испытания и работу на имитационной модели с затратами, связанными с приглашением специалистов со стороны;

- кроме оценки определенных параметров желательно осуществить на имитационной модели наблюдение за ходом процесса в течение определенного периода;

- имитационное моделирование может оказаться единственной возможностью вследствие трудностей постановки экспериментов и наблюдения явлений в реальных условиях;

- для долговременного действия систем или процессов может понадобиться сжатие временной шкалы. Имитационное моделирование дает возможность полностью контролировать время изучаемого процесса, поскольку явление может быть замедлено или ускоренно по желанию.

Дополнительным преимуществом имитационного моделирования можно считать широчайшие возможности его применения в сфере образования и профессиональной подготовки. Разработка и использование имитационной модели позволяют экспериментатору видеть и «разыгрывать» на модели реальные процессы и ситуации. Это в свою очередь должно в значительной мере помочь ему понять и прочувствовать проблему, что стимулирует процесс поиска нововведений.

Идея имитационного моделирования интуитивно привлекательна и для руководителей, и для исследователей систем благодаря своей простоте. Поэтому метод имитационного моделирования стремятся применять для решения каждой задачи, с которой приходится сталкиваться. И хотя людям с высокой математической подготовкой имитационный подход представляется грубым силовым приемом или последним средством, к которо-

му следует прибегать, факт заключается в том, что этот метод является самым распространенным инструментом в руках ученого, погруженного в проблемы управления и исследования операций.

Таким образом, все три подхода (математическое моделирование, игровое моделирование и имитационное моделирование) к исследованию механизмов функционирования логистических систем составляют единый исследовательский комплекс, в котором не принижается роль теоретических исследований, и не переоценивается роль игровых имитационных экспериментов [16–18, 31–32].

Также к игровым имитационным методам обучения относятся деловые (управленческие) игры, метод разыгрывания ролей, индивидуальные игровые занятия на машинных моделях. Все эти методы имеют высокую эффективность в учебном процессе и применяются в ведущих учебных заведениях всего мира. Определений понятий «деловая игра» в литературе имеется множество. Деловая игра в широко распространенном, общем понимании – это метод имитации принятия управленческих решений в различных производственных ситуациях путем игры по заданным правилам группы людей или человека с ЭВМ в диалоговом режиме.

В. Н. Бурков и его последователи называют деловой игрой имитацию на модели производственной, хозяйственной и организационной деятельности в учебных и исследовательских целях.

Деловая игра – активный метод обучения, использующий имитацию реального изучаемого объекта для создания у обучаемых наиболее полного ощущения реальной деятельности в роли лица, принимающего решения [18].

В последнее время деловые и имитационные игры находят все более широкое применение в самых разных областях: в экономике, политике, социальной сфере, экологии, образовании и т. д. Имитационные игры используются для подготовки специалистов в соответствующих областях, а также для решения задач исследования, прогноза, апробирования намечаемых нововведений. Отличительным признаком собственно деловой или имитационной игры является наличие имитационной модели. Имита-

ционная модель рассматривается, как заданная в специфической материальной форме ориентировочная структура воспроизводимой деятельности.

В данной книге игровое имитационное моделирование применяется для учебного исследования механизмов функционирования логистической системы.

3.2. Имитационная игра «Сбыт продукции в логистической системе»

3.2.1. Общая характеристика

В имитационной игре рассматривается модель взаимоотношений в распределительной логистической подсистеме между предприятием-поставщиком и предприятиями-потребителями в процессе реализации готовой продукции. В имитационной игре рассматривается случай дефицита продукции, когда суммарный объем заказов предприятий на досрочную поставку превышает производственные возможности поставщика. Основная цель игры – дать наглядное представление о механизмах, использованных в процессе управления реализацией, а также обучить студентов, будущих менеджеров и хозяйственных руководителей принятию рациональных решений в процессе сбыта готовой продукции [16–18, 30, 31].

Сделаны следующие предположения:

- предприятия (поставщик и потребители) относятся к одной отрасли;
- объем досрочно поставляемой готовой продукции потребителям не превышает объем дополнительного выпуска продукции поставщиком;
- для каждого потребителя объем досрочно поставляемой ему продукции не превышает объема его заказа;
- поставщик не знает достоверно объемов необходимой продукции для каждого потребителя и значений коэффициентов их потерь от нехватки сырья, он знает лишь границы, в пределах которых могут изменяться эти величины.

Поэтому в игре *задачей поставщика (центра)* является распределение требуемого заказа между предприятиями таким образом, чтобы достичь минимальных издержек (потерь) в подсистеме «поставщик – потребители» логистической системы, связанных с дефицитом продукции. Это достигается при рациональном удовлетворении запросов со стороны потребителей. План распределения заказа между предприятиями составляется на основании данных о коэффициентах потерь предприятий в случае недопоставок. Игровая ситуация возникает из-за отсутствия у центра достоверной информации о коэффициентах потерь каждого участника и возможности предоставления участниками недостоверной информации на этапе планирования. В качестве компенсирующего воздействия, стимулирующего предоставление достоверной информации, выступают механизмы с использованием штрафов (критериальное управление). *Задачей каждого из участников* игры является минимизация собственных издержек в условиях выбранного хозяйственного механизма.

В игре рассматриваются два класса механизмов управления: принцип жесткой централизации без штрафования, принцип согласованного управления без штрафования и те же механизмы управления со штрафами. Этот случай отражает реальную ситуацию, когда потребители и поставщик согласно договоров-контрактов могут наладить контроль за потерями от недопоставки продукции.

Описание модели

Введем следующие обозначения:

x_i – объем досрочно поставляемой готовой продукции i-му потребителю;

R_i – объем заказа i-го потребителя;

B – дополнительный выпуск готовой продукции поставщиком;

μ_i – коэффициент потерь потребителя i от дефицита сырья (удельные потери);

λ – надбавка к цене за досрочную поставку продукции;

d_i – коэффициент штрафа потребителя i за недостоверную информацию;

Задачей поставщика является определение таких объемов готовой продукции x_i, которые обеспечивают минимизацию суммарных потерь

$$F = \sum_{i=1}^{n} \mu_i (R_i - x_i) \to \min \qquad (3.2.1)$$

при ограничениях

$$\sum_{i=1}^{n} x_i \le B \qquad (3.2.2)$$

,

$$x_i \le R_i \ , \ i = 1 \div n \ . \qquad (3.2.3)$$

Целевая функция i-го потребителя имеет вид

$$f_i = \lambda x_i + \mu_i (R_i - x_i) \to \min \ , \ i = 1 \div n . \qquad (3.2.4)$$

Если применяются законы управления со штрафами, тогда

$$f_i = \lambda x_i + \mu_i (R_i - x_i) + d_i \left| \mu_i - \mu 1_i \right| R_i \to \min \qquad (3.2.5)$$

,

где $\mu 1_i$ – оценка величины μ_i, которую сообщает поставщику i-й потребитель; $\underline{M}_i \le \mu 1_i \le \overline{M}_i$, $\underline{M}_i, \overline{M}_i$ – соответственно нижние и верхние границы изменения величины μ_i, $i = 1 \div n$.

Поставщик собирает информацию от потребителей срочности поставок. Информация поступает в форме оценок $\{\mu_i\}$. После этого поставщик решает задачу оптимального планирования поставок, применяя различные механизмы управления.

а) Принцип жесткой централизации. В этом случае надбавка к цене за срочность поставки λ заранее известная постоянная величина. Поставщик решает задачу

$$F = \sum_{i=1}^{n} \mu 1_i (R_i - x_i) \to \min \qquad (3.2.6)$$

при условиях (3.2.1–3.2.3).

б) Принцип согласованного управления. В этом случае λ определяется в ходе решения задачи (3.2.6, 3.2.1, 3.2.2) с учетом следующих дополнительных условий

$$(\lambda - \mu_i)x_i = \min_{0 \le x_i \le R_i} (\lambda - \mu_i)x_i, \; i = 1 \div n. \qquad (3.2.7)$$

Условия (3.2.7) требуют согласования интересов поставщика с интересами потребителей.

Предварительный анализ

Согласно описанной модели полагаем, что на основе договоров-контрактов для данного поставщика определены n потребителей и R_i объем заказа i-го потребителя ($i = 1 \div n$), отгружаемого потребителю. При этом возможны три случая:

1) $\sum_{i=1}^{n} R_i < B$;

2) $\sum_{i=1}^{n} R_i > B$;

3) $\sum_{i=1}^{n} R_i = B$.

Поставщик должен составить график отгрузки x_i готовой продукции на основе заявок потребителей с учетом своих производственных мощностей.

Примем, что каждый потребитель сообщает поставщику: заказ в требуемом количестве определенного объема готовой продукции R_i; также может сообщать информацию о «срочности» поставок, например, в виде коэффициентов потерь от недопоставки продукции β_i или затрат на ее хранение α_i.

Естественно допустить, что для каждого потребителя при отклонении реального графика отгрузки x_i от R_i потребитель несет потери в случае $x_i > R_i$ это могут быть затраты на

хранение избытка продукции, а при $x_i < R_i$ – потери от нехватки сырья.

Будем рассматривать простейший случай кусочно-линейной зависимости потерь от величины дефицита $\Delta_i = R_i - x_i$, а именно

$$f_i = \begin{cases} -\alpha_i \Delta_i & , \quad если \quad \Delta_i \le 0, \\ \beta_i \Delta_i & , \quad если \quad \Delta_i > 0, \end{cases}$$

где α_i и β_i – коэффициенты потерь от дефицита и от хранения соответственно.

Суммарные потери $\sum_{i=1}^{n} f_i$ примем за критерий эффективности функционирования взаимоотношений между предприятием-поставщиком и предприятиями-потребителями в процессе реализации готовой продукции.

Рассмотрим следующую систему взаимоотношений между поставщиком и потребителями. Потребитель оплачивает продукцию по цене c_0, если отгрузка произведена вообще. Как правило, чем раньше производится отгрузка, тем дороже цена, так как ранние поставки, выгодные потребителям, требуют от поставщика дополнительных затрат на увеличение своих производственных мощностей и временную мобилизацию резервов производства. При этом c_0 может соответствовать оптовой цене продукции, а разность $c_i - c_0 = \lambda_i$ определяет «надбавку за срочность». Поставщик, в свою очередь, штрафуется за срыв сроков поставки продукции (невыполнение заявок потребителей, т. е. при отклонении графиков отгрузки от заявленных потребителями R_i). Эти штрафы могут частично или полностью пойти на компенсацию потерь потребителей. Принимая кусочно-линейный вид функции штрафов, запишем целевую функцию поставщика в виде

$$F = \sum_{i=1}^{n} \left[c_0 x_i - \begin{cases} \gamma_i (x_i - R_i) \\ \mu_i (R_i - x_i) \end{cases} \right], \qquad (3.2.8)$$

где γ_i, μ_i – коэффициенты штрафов.

Замечание. В (3.2.8) не включены составляющие целевой функции предприятия, не зависящие от графика отгрузки продукции, а также не учитывается время документооборота, соответствующее разрыву во времени между реализацией готовой продукции и ее отгрузкой.

Целевая функция потребителя включает плату за продукцию и потери при отклонении реального графика отгрузки от желаемого

$$f_i = c_i x_i + \begin{cases} \alpha_i (x_i - R_i) \\ \beta_i (R_i - x_i) \end{cases}, \; i = 1 \div n \; . \qquad (3.2.9)$$

Здесь не учитываются затраты потребителей на накладные расходы и на перевозку продукции, так как они слабо зависят от динамики поставок.

Наконец, выпишем ограничения, определяющие допустимые графики отгрузки:

$$\sum_{i=1}^{n} x_i \le B \, , \qquad (3.2.10)$$

$$x_i \le R_i \, , \qquad (3.2.11)$$

$$x_i \ge 0 \, , \; i = 1 \div n \, .$$

График отгрузки x_i каждого потребителя i не совпадает с заявленным графиком отгрузки R_i. В этом случае потребитель i терпит убытки из-за дефицита продукции либо из-за затрат на ее хранение, что заставляет его застраховать себя от недопоставок или излишних поставок в следующем периоде игры, изменяя заказ R_i.

Таким образом, возникает игровая ситуация между потребителями, каждый из которых старается получить достаточное

количество продукции в нужный момент; при этом, учитывая только свои интересы и проявляя максимальную активность, потребители собираются минимизировать свои затраты. Это может привести к искажению информации о реальных потребностях, сообщаемой потребителями поставщику. Поставщик в свою очередь отгружает потребителям продукцию с учетом своих интересов. Как видно, система поставщик – потребитель является типичной активной системой.

Теоретико-игровой анализ функционирования подсистемы поставщик – потребитель будем производить с позиции теории активных систем.

Пусть формирование исходных данных происходит встречным способом. Потребители могут сообщать поставщику либо желательный график отгрузки, либо информацию о коэффициентах потерь, либо и то и другое.

Предположим, что поставщик и потребитель учитывают затраты только от недопоставок продукции, учет лишь этой характеристики производства оправдан тем, что убытки от дефицита много превосходят другие потери, связанные с хранением, перевозкой и накладными расходами; более того ранняя поставка во многих случаях выгодна потребителям.

Будем считать, что потери потребителей от недопоставок продукции существенно превышают затраты на хранение избытка продукции. Пренебрегая последними, запишем целевую функцию потребителя i в виде

$$f_i = c_i x_i + \beta_i \ (R_i - x_i) 1[R_i - x_i], \qquad (3.2.12)$$

где $1[\theta] = 1$ при $\theta \geq 0$ и $1[\theta] = 0$ при $\theta < 1$.

Примем, что поставщик не производит отгрузку продукции сверх заказанного количества R_i, т. е. $x_i \leq R_i$ для всех потребителей. Далее можно отбросить составляющую

$$\sum_{i=1}^{n} c_i x_i = c_i \sum_{i=1}^{n} R_i$$

целевой функции поставщика как независящую от плана отгрузки готовой продукции. Поэтому поставщик определяет план от-

грузки продукции из условия минимизации штрафов за срыв поставок или из эквивалентного условия максимума величины

$$F = \sum_{i=1}^{n} \mu_i x_i . \qquad (3.2.13)$$

Функционирование системы происходит следующим образом. На этапе формирования данных каждый потребитель сообщает поставщику R_i (заказ) и возможно оценку коэффициента потерь β_i. Примем, что коэффициент штрафа μ_i равен (или прямо пропорционален) этой оценке. На этапе планирования поставщик определяет график отгрузки продукции. На этом же этапе определяются (или корректируются) цены $c = (c_t)$. Возможны различные процедуры формирования планов отгрузки и цен (законы управления по терминологии активных систем [14–18]). В работе исследуются два закона управления - закон жесткой централизации и закон открытого управления. В законе жесткой централизации цены $\{c_t\}$ фиксированы (в частности, $c_t = c_0$ - оптовая цена продукции), а план отгрузки определяется как оптимальное решение задачи максимизации (3.2.12) при условиях (3.2.10-3.2.11).

Поставим задачу определения x_i $(i = 1 \div n)$, так чтобы издержки (3.2.1) были минимальными при ограничениях (3.2.2–3.2.3). Решение этой задачи можно рассмотреть двумя способами: по упорядочиванию коэффициентов потерь или симплекс методом.

1) Пусть предприятия пронумерованы по убыванию коэффициентов потерь, т. е.

$$\mu_1 \geq \mu_2 \geq \mu_3 \geq ..... \geq \mu_m .$$

Определим предприятие k такое, что

$$\sum_{j=1}^{k-1} x_j < B \leq \sum_{j=1}^{k} x_j .$$

В оптимальном решении задачи первые $k-1$ предприятий получают максимальный заказ, предприятие k получает остаток, а остальные предприятия не получают заказ. Проблема, однако, в том, что Поставщик не имеет полной и достоверной информации о коэффициентах потерь μ_i. Эта информация сообщается Поставщику самими предприятиями. Здесь мы сталкиваемся с проблемой достоверности представляемых данных или проблемой манипулирования информацией [14–18]. Причем возможны случаи как завышения оценок коэффициентов потерь, так и их занижения. Завышение оценок коэффициентов потерь преследует, вероятно, цель минимизировать издержки Поставщика так и системы в целом, то есть суммарные издержки, определяемые на основе сообщаемых (планируемых) оценок коэффициентов потерь, и тем самым возможно увеличить собственные издержки в зависимости от $\lambda\,(<>\mu_i)$ – надбавки к цене за досрочную поставку продукции, которую устанавливает Поставщик. Занижение оценок коэффициентов потерь преследует цель не получить заказ даже за счет увеличения собственных потерь. Проведем анализ различных механизмов распределения заказа с позиций возможного манипулирования информацией. Результаты проведенных экспериментов для случая жесткой централизации приведены в таблицах 3.2.1–3.2.2, а для случая согласованного управления – в таблицах 3.2.3–3.2.4.

Случай жесткой централизации. $\lambda = const$, $d_i = 0$,

Примем следующие значения: $\lambda = 9$, т. е. $\lambda > \mu_i$ и определим

.	1	2	3	4	5
R_i	25	25	30	30	10
μ_i	6	8	5	7	8

При	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5
$x = R$	225	225	270	270	180
$x = 0$	150	200	150	210	160

Таблица 3.2.1

Результаты при $\lambda = 9$

№	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	μ_5	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	F
1	6	8	5	7	8	10	25	0	30	20	180	225	150	270	180	240
2	5	8	3	7	7	10	25	0	30	20	180	225	150	270	180	240

Продолжение табл. 3.2.1

№	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	μ_5	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	F
3	5	7	3	6	8	10	25	0	30	20	180	225	150	270	180	240
4	4	6	3	6	6	10	25	0	30	20	180	225	150	270	180	240
5	4	4	3	5	5	10	25	0	30	20	180	225	150	270	180	240
6	6	3	4	6	5	0	5	30	30	20	150	205	270	270	180	310
7	7	3	4	5	4	0	5	30	30	20	150	205	270	270	180	310
8	8	3	3	4	4	0	5	30	30	20	150	205	270	270	180	310
9	9	2	3	4	4	0	5	30	30	20	150	205	270	270	180	310
10	10	2	3	2	3	0	5	30	30	20	150	205	270	270	180	310
11	11	2	3	2	3	10	25	0	30	20	180	225	150	270	180	240

при $\lambda = 5$, $\lambda < \mu_i$ определим

i	1	2	3	4	5
R_i	25	25	30	30	10
μ_i	6	8	5	7	8

При	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5
$x = R$	125	125	150	150	100
$x = 0$	150	200	150	210	160

Таблица 3.2.2

Результаты при $\lambda = 5$

№	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	μ_5	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	F
1	6	8	5	7	8	10	25	0	30	20	180	225	150	270	180	240
2	6	8	7	7	7	0	25	20	20	20	150	225	230	250	180	270
3	9	8	7	5	6	25	25	30	0	5	225	225	270	210	165	330
4	9	8	7	8	9	25	25	0	15	20	225	225	150	240	180	255
5	9	6	7	6	9	25	0	30	10	20	225	200	270	230	180	340
6	9	8	7	8	7	25	25	0	30	5	225	225	150	270	165	270
7	9	7	7	8	10	25	0	10	30	20	225	200	190	270	180	300
8	9	10	7	8	10	25	25	0	15	20	225	225	150	240	180	255
9	10	10	7	7	10	25	25	0	15	20	225	225	150	240	180	255
10	10	10	9	10	9	25	25	3	30	2	225	225	162	270	162	279
11	10	10	9	10	10	25	25	0	30	5	225	225	150	270	165	270
12	10	10	9	10	10	25	25	0	30	5	225	225	150	270	165	270
13	10	10	9	10	10	25	25	0	30	5	225	225	150	270	165	270
14	10	10	9	10	10	25	25	0	30	5	225	225	150	270	165	270
15	10	10	9	10	10	25	25	0	30	5	225	225	150	270	165	270



Рис. 3.2.1. Целевые функции потребителей



Рис. 3.2.2. Целевые функции центра

Отсюда видно, что при $\lambda > \mu_i$ потребителям выгодно занижать оценки, т.е. $\mu 1_i < \mu_i$.

Таблица 3.2.3

Результаты при $\lambda = 9$

μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	μ_5	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	F
6	8	5	7	8	10	25	0	30	20	140	125	150	150	100	240
5	8	3	7	7	10	25	0	30	20	140	125	150	150	100	240
3	7	3	6	8	10	25	0	30	20	140	125	150	150	100	240
3	6	3	6	6	10	25	0	30	20	140	125	150	150	100	240
3	8	3	6	6	0	5	30	30	20	150	185	150	150	100	310
3	3	4	5	6	0	5	30	30	20	150	185	150	150	100	310
3	3	4	5	5	5	0	30	30	20	145	200	150	150	100	320
3	3	4	5	5	25	10	0	30	20	125	170	150	150	100	270
4	3	4	4	5	25	10	0	30	20	125	170	150	150	100	270
4	3	2	4	5	25	10	0	30	20	125	170	150	150	100	270
4	3	2	3	4	25	0	10	30	20	125	200	150	150	100	300
4	2	2	3	4	25	0	10	30	20	125	200	150	150	100	300
4	2	3	3	4	25	0	10	30	20	125	200	150	150	100	300
4	2	3	3	4	25	0	10	30	20	125	200	150	150	100	300
4	2	3	3	3	25	0	10	30	20	125	200	150	150	100	300

Таблица 3.2.4

Результаты при $\lambda = 5$

$\mu 1_1$	$\mu 1_2$	$\mu 1_3$	$\mu 1_4$	$\mu 1_5$	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	F
6	8	5	7	8	10	25	0	30	20	140	125	150	150	100	240
6	8	7	7	7	0	25	20	20	20	150	125	150	170	100	270
9	8	7	5	6	25	25	30	0	5	125	125	150	210	145	330
9	8	7	8	9	25	25	0	15	20	125	125	150	180	100	255
9	6	7	6	9	25	7	30	3	20	125	179	150	204	100	333
9	8	7	8	7	25	25	4	30	1	125	125	150	150	157	282
9	7	7	8	10	25	0	10	30	20	125	200	150	150	100	300
9	10	7	8	10	25	25	0	15	20	125	125	150	180	100	255
10	10	7	7	10	25	25	0	15	20	125	125	150	180	100	255
10	10	9	10	9	25	25	5	30	0	125	125	150	150	160	285
10	10	9	10	10	25	25	5	30	0	125	125	150	150	160	285
10	10	9	10	10	25	25	5	30	0	125	125	150	150	160	285
10	10	9	10	10	25	25	5	30	0	125	125	150	150	160	285
10	10	9	10	10	25	25	5	30	0	125	125	150	150	160	285
10	10	9	10	10	25	25	5	30	0	125	125	150	150	160	285

А при $\lambda < \mu_i$ – наоборот, будет иметь место тенденция к завышению оценок: $\mu 1_i > \mu_i$.

Таким образом, в зависимости от величин λ и μ_i одни потребители сильно занижают собираемые оценки, а другие – наоборот, сообщают оценку намного большую, чем истинное значение своего μ_i.

Как видно из примера, величина целевой функции поставщика в этих условиях далека от оптимального значения.

Случай согласованного управления, $d_i = 0$.

Предположим, что потребители не учитывают влияния своих сообщаемых оценок $\{\mu 1_i\}$ на величину λ. Тогда при соблюдении условий совершенного согласования (3.2.1), которые можно записать в виде: если $\mu 1_i < \lambda$, то следует $x_i = 0$, если $\mu 1_i > \lambda$, то следует $x_i = R_i$ для $i = 1 \div n$ выполняются следующие условия: если $\mu_i < \lambda$, то $x_i = 0$, если $\mu_i > \lambda$, то $x_i = R_i$,

$i = 1 \div n$, описывающие равновесное состояние системы. Чтобы попасть в равновесное состояние i-й потребитель должен сообщать поставщику оценку $\mu 1_i = \mu_i$, $i = 1 \div n$. Значит равновесной стратегией i-го потребителя, который желает попасть в равновесное состояние, является $\mu 1_i^* = \mu_i$, $i = 1 \div n$.

План, получаемый поставщиком при решении задачи (3.2.12, 3.2.13, 3.2.8, 3.9) на основании оценок $\{\mu 1_i^*\}$, является оптимальным согласованным планом.

Случай игры со штрафованием, $d_i > 0$.

При жесткой централизации, $\lambda = const$ и применений слабых штрафов $0 < d_i < 1$, $i = 1 \div n$ трудно добиться достоверной информации и потребители не могут попасть в равновесное состояние. Только при сильном штрафовании, когда $d_i \geq 1$, $i = 1 \div n$, потребители сообщают достоверную информацию $\mu 1_i^* = \mu_i$, $i = 1 \div n$ и система приходит к равновесному состоянию, предпочтительному для всех. При случае согласованного управления достаточно слабого штрафа $0 < d_i < 1$, $i = 1 \div n$, чтобы система находилась в равновесном состоянии и потребители сообщали бы $\mu 1_i^* = \mu_i$, $i = 1 \div n$.

3.2.4. Проведение игрового имитационного эксперимента

В данном разделе приведены основные результаты, полученные при игровых экспериментах. Исследовались следующие случаи игр в зависимости от правил и участников игры:

а) Игра с участием людей – правилом игры является закон жесткой централизации (со штрафами и без штрафов за искажение информации о коэффициентах потерь).

б) Игра с участием людей – правилом игры является закон согласованного управления.

в) Игра с участием людей и автоматов – правила игры: закон жесткой централизации и закон согласованного управления.

Алгоритмы поведения автоматов формировались на основании анализа стратегий поведения реальных игроков в каждой из описываемых игровых ситуаций.

Порядок проведения игры:

1. Участники игры делятся на группы (рекомендуемое количество от 4 до 10). Назначается ведущий, который представляет собой руководство подсистемой «поставщик-потребители» и выполняет функции поставщика (центра).

2. Проводится инструктаж участников о целях игры и задачах каждого игрока, а также об используемых в игре механизмах управления и о существующих ограничениях (выполняется на основе описания формальной модели игры).

3. Определяются значения параметров R_i, B, μ_i, λ, d_i от которых зависит характер игры. *Выбирается механизм управления.* Определяются условия окончания игры (как вариант можно рекомендовать ограничение числа партий игры, либо условие наличия равновесного состояния в игре на протяжении 3-4 партий).

4. Игра проводится в следующем порядке:

- участники сообщают центру оценки μ_i;

- на основании полученных оценок μ_i центр рассчитывает объемы поставки в зависимости от выбранного механизма управления (правил игры) и сообщает его участникам;

- центр рассчитывает суммарные потери системы по (3.2.1);

- участники рассчитывают собственные потери по алгоритму (3.2.3) или (3.2.7) в зависимости от выбранного механизма управления,

-оценивается динамика суммарных потерь в системе в целом и каждого участника в 1-й партии, после чего происходит переход к следующей партии игры.

5. После завершения игры производится анализ ее результатов, и делаются выводы о наиболее выгодных стратегиях участников и об эффективности применяемых механизмов управления. В частности, следует обсудить динамику показателей μ_i, f_i, F, а также причины выбора определенных стратегий поведения игроками.

3.2.5. Анализ результатов

Имитационная игра «Сбыт продукции в логистической системе» была применена для экспериментального исследования законов жесткой централизации и согласованного управления. Исследовались следующие случаи:

а) Закон жесткой централизации (со штрафами и без штрафов за искажение информации о коэффициентах потерь);

б) Закон согласованного управления.

Оба случая исследовались в режимах игры участников (людей) и игры людей с участием автоматов.

Всего было проведено порядка 100 игр по 10–15 партий каждая.

У всех игроков явная тенденция к завышению оценок $\mu 1_i$. К концу игры все игроки сообщают максимально допустимые величины оценок $\mu 1_i$, что соответствует ситуации равновесия.

А также была проведена игра для случая жесткой централизации со штрафами за отклонение $\mu 1_i$ от μ_i (штрафная функция имеет вид $0{,}5(\mu_i - \mu 1_i)$).

Функционирование систем при введении штрафов улучшается. Так игроки 2 и 5 сообщают оценки, близкие к достоверным. Однако тенденция к увеличению оценок сохранилась, что было видно по поведению игроков 1, 3 и 4.

При случая закона согласованного управления к концу игры все участники сообщают достоверные оценки $\mu 1_i = \mu_i$, что соответствует ситуации равновесия при гипотезе слабого влияния. Потери в системе при этом равны минимальным значениям.

Проведенная игра автоматов при случая жесткой централизации обращает внимание на тот факт, что автоматы сразу начинают «играть на повышение», что соответствует поведению опытного игрока.

Наконец, была проведена игра с одновременным участием людей и автоматов. В обоих случаях применялся закон согласованного управления. Легко видеть, что к концу игры и автоматы и люди выходят на устойчивое сообщение оценок, равных истинным (при небольших колебаниях ±1 некоторых автоматов,

вызванных пробными движениями). Стратегии автоматов и людей качественно близки, за исключением ряда «случайных выбросов» у людей (отмечены звездочкой на рисунках), что объясняется, вероятно, желанием посмотреть «а что будет?». Эти выбросы явно не рациональны, поскольку завышение оценок в случае закона согласованного управления не может привести к уменьшению потерь.

Таким образом, проведенные экспериментальные имитационные игры подтвердили эффективность закона согласованного управления в подсистеме «поставщик – потребители».

Второй вывод связан с экспериментальным обоснованием гипотезы слабого влияния при числе игроков, равном 5 (или более). Действительно, устойчивые стратегии игроков в случае закона согласованного управления соответствуют ситуации равновесия при гипотезе слабого влияния.

3.3. Имитационная игра «Распределение материальных потоков в логистической системе»

3.3.1. Содержательное описание игры

Рассмотрим сложную логистическую систему, где одно функциональное звено может состоять из нескольких подсистем, например, несколько поставщиков, несколько перевозчиков и т.д., представленную на рис. 3.3.1.

Сложная логистическая система состоит из n подсистем, упорядоченных по направлению движения материального потока, т. е. первая подсистема – это поставщики исходного сырья, а n-тая подсистема – потребители конечной продукции. Каждая подсистема состоит из нескольких однофункциональных элементов-звеньев. Обозначим через x_{ij} объем материального потока, проходящего через j-тое звено i-той подсистемы (где $i = 1 \div n$, $j = 1 \div k_i$ k_i – количество элементов-звеньев в i-той подсистеме) [16–18, 30–31].

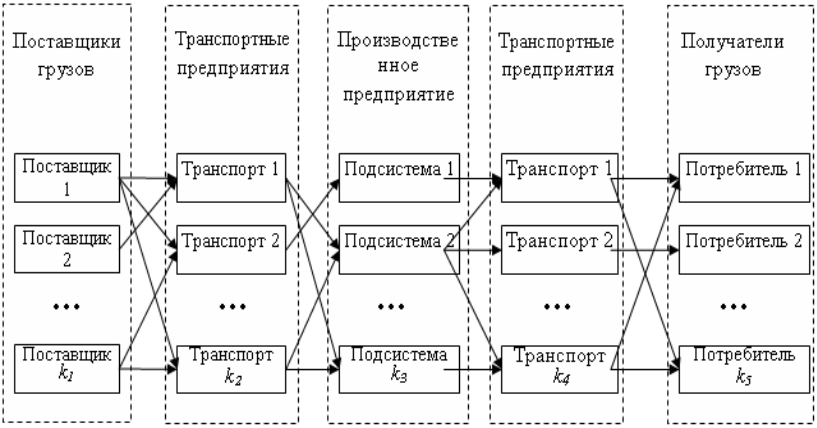


Рис. 3.3.1. Схема логистической системы с множеством функциональных подсистем

Обозначим через $\varphi_{ij}(x_{ij})$ затраты на обработку материальных потоков j-того звена i-той подсистемы в объеме x_{ij}. Задача заключается в определении объемов обработки материальных потоков, проходящих через элементы подсистемы так, чтобы суммарные издержки по всем звеньям в системе были минимальными. Примем, что координационный центр решает задачу распределения материальных потоков между различными звеньями. Для решения этой задачи координационный центр должен иметь информацию о функциях затрат $\varphi_{ij}(x_{ij})$. Примем, что эта информация имеется в соответствующей подсистеме. Рассмотрим следующий механизм функционирования координационного центра:

а) Каждое звено подсистемы сообщает в координационный центр информацию о затратах на обработку материальных потоков. Примем, что функции $\varphi_{ij}(x_{ij}, c_{ij})$ известны в координационном центре с точностью до параметра c_{ij}. В этом случае

каждая подсистема сообщает в координационный центр оценку S_{ij} параметра C_{ij}.

б) Координационный центр решает задачу определения объемов материальных потоков $x_{ij}(s)$, а также определяет и корректирует цены на них между подсистемами $u(s)$ (управление). Очевидно, что каждая логистическая подсистема, сообщая информацию о затратах, преследует свои хозяйственные интересы. При «плохом» согласовании интересов логистических подсистем и координационного центра в системе могут возникнуть отрицательные тенденции завышения оценок затрат на обработку материальных потоков. Проблема состоит в создании такого механизма, который обеспечивает решение задачи оптимального планирования материальных потоков координационным центром на основе достоверной информации о затратах на их обработку в логистической системе.

Рассматривается двухуровневая система, состоящая из координационного центра и нескольких логистических подсистем.

Сначала каждая подсистема, имеющая целевую функцию вида

$$f_i = \sum_{j=1}^{k_i} (u_i - c_{ij}) \cdot x_{ij} \to \max \qquad (3.3.1)$$

сообщает в координационный центр оценку S_{ij} своих потерь C_{ij} на обработку единицы материального потока j-того звена i-той подсистемы. Здесь u_i – цена единицы продукции i-той подсистемы. Целевая функция координационного центра определяется формулой

$$F = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{k_i} c_{ij} \cdot x_{ij} \to \min . \qquad (3.3.2)$$

На этапе планирования работ в логистической системе центр минимизирует суммарные потери в форме следующей задачи:

$$F = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{k_i} s_{ij} \cdot x_{ij} \to \min \qquad (3.3.3)$$

при ограничениях

$$\sum_{j=1}^{k_i} x_{ij} - \sum_{j=1}^{k_{i+1}} r_{i+1,j} \cdot x_{i+1,j} \geq 0, \quad i = 1 \div (n-1), \qquad (3.3.4)$$

$$\sum_{j=1}^{k_n} x_{nj} \geq Q, \qquad (3.3.5)$$

$$x_{ij} \geq 0. \qquad (3.3.6)$$

Предположим, что координационный центр знает лишь границы изменения c_{ij}, т.е.

$$d_i \leq s_{ij} \leq D_i, \quad i = 1 \div n, \quad j = 1 \div k_i,$$

где d_i, D_i – нижние и верхние границы затрат i-той подсистемы.

Для решения задачи (3.3.3-3.3.6) выпишем двойственную к ней задачу с двойственными переменными $\lambda > 0$ и $u_i > 0$ (где $i = 1 \div n$, $j = 1 \div k_i$), где $\lambda = u_n$ – цена готовой продукции у конечной подсистемы:

$$\varphi = Q \cdot \lambda - \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{k_i} \left(u_i - r_{ij} \cdot u_{i-1}\right) \to \max \qquad (3.3.7)$$

при ограничениях

$$u_1 \leq s_{1j}, \qquad j = 1 \div k_1 \qquad (3.3.8)$$

$$u_i - r_{ij} \cdot u_{i-1} \leq s_{ij}, \quad i = 2 \div n, \quad j = 1 \div k_i \qquad (3.3.9)$$

Если рассматривается вариант жесткой централизации, то координационный центр, решив задачу (3..3.3–3.3.6), сообщает логистической системе значение x_{ij} и значение $u_i = const$.

Если же рассматривается вариант согласованного управления, то к задачам (3.3.3–3.3.6) добавляются условия совершенного согласования следующего вида:

$$\left[\max_{\rho\in k_1}\left(s_{1\rho}\right)-s_{1j}\right]\cdot x_{1j}^{o}=0,\ j=1\div k_1, \qquad (3.3.10)$$

$$\left[\max_{\rho\in k_i}\left(r_{i\rho}\cdot u_{i-1}^{o}\right)-\left(r_{ij}\cdot u_{i-1}^{o}\right)\right]\cdot x_{ij}^{o}=0,\ i=2\div n,\ j=1\div k_i. \qquad (3.3.10а)$$

Координационный центр, решив задачу (3.3.3–3.3.6, 3.3.10–3.3.10 а) сообщает каждой подсистеме x_{ij} и значение

$$u_i=\max_{\rho\in k_i}\left(r_{i\rho}\cdot u_{i-1}^{o}+s_{i\rho}\right),$$

которое определяется из решения задачи (3.3.10-3.3.10а).

На этапе реализации вычисляются значения функции (3.3.1) и (3.3.2). Анализируются результаты функционирования каждого вида подсистемы и координационного центра в целом.

Предварительный анализ игры для случая жесткого централизованного управления показывает, что каждая подсистема, стараясь максимизировать только свою целевую функцию, искажает величину себестоимости обработки материального потока c_{ij}, сообщая $s_{ij}\neq c_{ij}$, что приводит к неустойчивости стратегии игры для каждой подсистемы и проигрышу координационного центра в целом.

Анализ для согласованного управления приводит к сообщению достоверной информации для $\forall i,j: s_{ij}=c_{ij}$, благодаря согласованию интересов каждой подсистемы с целью координационного центра, т.е. ситуацией равновесия игры является $\left\{s_{ij}^{*}\right\}=\left\{c_{ij}\right\}$. И каждая подсистема при гипотезе слабого влияния придерживается стратегии, равной $s_{ij}^{*}=c_{ij}$, $i=1\div n$, $j=1\div k_i$.

3.3.2. Организация и проведение игры

Перед началом игры:

1. Отбираются участники игры, $n = 4 \div 6$ команд, и количество участников в каждой команде $k_i = 4 \div 6$ человек.

2. Участники игры предварительно знакомятся с теоретической частью игры. Назначается ведущий на роль координационного центра.

3. Решается вопрос о моделируемом принципе управления (жесткое централизованное управление или согласованное управление). Ведущий подготавливает данные для игры и определяет значения величин Q, оценку S_{ij} затрат c_{ij} j-того звена i-той подсистемы, которые заносит в табл. 3.3.1.

4. Ведущий объясняет участникам смысл и механизм игры, порядок подачи оценок, вид целевых функций, сообщает (закрыто) каждой подсистеме количественные характеристики (d_i, D_i – нижние и верхние границы затрат и u_i – цены i-той подсистемы, если жесткое централизованное управление).

5. Участники изучают характеристики своих подсистем, намечают стратегию игры и вводят данные в таблицу 3.3.1 для каждой партии игры.

Проведение игры:

1. Все участники сообщают (закрыто) ведущему для каждой партии игры свои оценки S_{ij} (оценку потерь на обработку материального потока c_{ij}), где

$$d_{ij} \le s_{ij} \le D_{ij},\ i = 1 \div n,\ j = 1 \div k_i,$$

где d_{ij}, D_{ij} – нижние и верхние границы изменения величины S_{ij}.

2. Ведущий заполняет табл. 3.3.1 и решает задачу (3.3.3–3.3.6), определяет количество обрабатываемого материального

потока x_{ij}, если рассматривается согласованное управление, то цена вычисляется из решения задачи (3.3.10–3.3.10 а).

3. Ведущий сообщает каждому участнику количество материального потока x_{ij} и цену (при согласованном управлении) и заполняет табл. 3.3.2 для данной партии игры.

4. Подсчет участниками своих целевых функций по выражению (3.3.1)

5. Анализ результатов одной партии игры и повторение п.п. 1–4 до окончания проведенного тура игры.

После окончания тура игры:

1. Участники строят графики зависимостей целевых функций и сообщаемых оценок от периодов тура игры.

2. Проводится коллективный анализ результатов всех участников игры, обсуждаются стратегии отдельных участников.

3. Ведущий подводит итоги прошедшего тура и объявляет результаты, выявляющие преимущества одной структуры игры над другой.

4. При необходимости игра проводится с теми же или измененными условиями.

Таблица 3.3.1

Результаты игры при применении принципа жесткой централизации

№	Rij					Sij					Xij					Ui	fi	F
1	1	1	1	1	1	7	7	7	7	7	23	200	202	213	213	7	1487	43632
	0,9	1	0,9			15	15	15					945			21,3	945	
	1,3	1,1	1,2	1,05	1,11	15	15	15	15	15				900		42,7	900	
	0,9	1	0,9			9	9	9					1000			47,4	0	
	2					2					500					96,8	0	
2	1	1	1	1	1	4	5	5	6	4	687				204	7	1374	35834
	0,9	1	0,9			13	14	14			990					21,3	0	
	1,3	1,1	1,2	1,05	1,11	12	11	13	12	12		900				42,7	1800	
	0,9	1	0,9			8	8	8					1000			47,4	0	
	2					3					500					96,8	0	

Продолжение табл. 3.3.1

3	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	195	211	220	222	7	1462	35238
	0,9	1	0,9			13	13	13			1		944			21,3	944	
	1,3	1,1	1,2	1,05	1,11	11	11	11	11	11			0	900		42,7	900	
	0,9	1	0,9			9	9	9					1000			47,4	0	
	2					3					500					96,8	0	
4	1	1	1	1	1	5	4	6	4	7		529		470		7	2997	34884
	0,9	1	0,9			15	12	14				999				21,3	2997	
	1,3	1,1	1,2	1,05	1,11	10	13	15	14	11					900	42,7	3600	
	0,9	1	0,9			8	7	9			1000					47,4	1000	
	2					2					500					96,8	0	
5	1	1	1	1	1	6	5	6	5	6		646		254		7	2700	33088
	0,9	1	0,9			12	13	13			999					21,3	0	
	1,3	1,1	1,2	1,05	1,11	9	11	11	12	9					900	42,7	3600	
	0,9	1	0,9			9	9	8					1000			47,4	0	
	2					1					500					96,8	0	
6	1	1	1	1	1	4	3	7	6	6		999				7	2997	30986
	0,9	1	0,9			16	11	15				999				21,3	2997	
	1,3	1,1	1,2	1,05	1,11	11	11	11	15	10					900	42,7	3600	
	0,9	1	0,9			7	6	7					1000			47,4	0	
	2					2					500					96,8	0	

Таблица 3.3.2

Результаты игры при применении принципа согласованного управления

№	Rij					Sij					Xij					Ui	fi	F
1	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	84	102	103	104	107	7	889	32502
	0,5	0,5	0,5			14	14	14					1000			18,5	1000	
	1	1	1	1	1	12	12	14	14	12					1000	33,5	4000	
	2	2	2			8	8	8					500			76	0	
	1					2					1					78	0	
2	1	1	1	1	1	4	5	6	5	4	398				102	7	796	31500
	0,5	0,5	0,5			15	12	14				1000			0	18,5	3000	
	1	1	1	1	1	12	13	12	14	12					1000	33,5	4000	
	2	2	2			8	8	8			1	1	498			76	3	
	1					3					500					78	0	
3	1	1	1	1	1	5	4	7	4	7		250		250		7	1500	30500
	0,5	0,5	0,5			13	14	14			1000					18,5	0	
	1	1	1	1	1	11	12	14	14	12	1000					33,5	5000	
	2	2	2			7	8	9			500					76	500	
	1					2					500					78	0	

Продолжение табл. 3.3.2

№	Rij					Sij					Xij					Ui	fi	F
4	1	1	1	1	1	5	4	6	4	7		250		250		7	1500	29500
	0,5	0,5	0,5			15	12	14				1000				18,5	3000	
	1	1	1	1	1	11	13	15	14	10					1000	33,5	4000	
	2	2	2			8	9	8			1		499			76	1	
	1					3					500					78	0	
5	1	1	1	1	1	5	6	6	5	5	295			102	103	7	896	29500
	0,5	0,5	0,5			13	12	13				1000				18,5	3000	
	1	1	1	1	1	11	13	15	14	11					1000	33,5	4000	
	2	2	2			7	7	9			296	204				76	704	
	1					1					500					78	0	
6	1	1	1	1	1	5	4	6	4	7		250		250		7	1500	28500
	0,5	0,5	0,5			15	12	14				1000				18,5	3000	
	1	1	1	1	1	10	13	15	14	11	1000					33,5	5000	
	2	2	2			8	7	9				500				76	1000	
	1					2					500					78	0	
7	1	1	1	1	1	4	4	5	5	8	397	103				7	1103	27000
	0,5	0,5	0,5			14	11	14				1000				18,5	3000	
	1	1	1	1	1	9	12	16	15	12	1000					33,5	5000	
	2	2	2			9	8	9				500				76	1000	
	1					2					500					78	0	
8	1	1	1	1	1	4	4	5	4	6	295	102		103		7	1205	28000
	0,5	0,5	0,5			14	12	14				1000				18,5	3000	
	1	1	1	1	1	10	10	10	12	11	334	334	332			33,5	2338	
	2	2	2			6	7	6					500			76	0	
	1					2					500					78	0	
9	1	1	1	1	1	4	4	4	4	5	192	102	103	103		7	1102	28000
	0,5	0,5	0,5			12	12	12					1000			18,5	1000	
	1	1	1	1	1	10	10	10	12	11	333	333	334			33,5	2331	
	2	2	2			7	6	7				500				76	1000	
	1					2					500					78	0	
10	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	89	96	104	104	107	7	882	28000
	0,5	0,5	0,5			12	12	12			1		999			18,5	999	
	1	1	1	1	1	10	10	10	11	11	333	334	333			33,5	2333	
	2	2	2			7	6	7				500				76	1000	
	1					2					500					78	0	

3.3.3. Обсуждение результатов игры

Имитационная игра «Распределение материальных потоков в логистической системе» была применена для экспериментального исследования законов жесткой централизации и согласованного управления.

Оба случая исследовались в режимах игры участников (людей).

Всего было проведено порядка 50 игр по 10–15 партий каждая. Исходные данные для случая жесткой централизации представлены в таблице 3.3.1, а данные для случая согласованного управления в таблице 3.3.2. Отсюда видно, что для всех подсистем выгодным планом являются случаи, когда сообщаемые оценки близки к реальным значениям.

Изменения значений норм расхода r_{ij} от периода к периоду игры не влияют на сообщаемые стратегии игроков, они отражаются лишь на значениях плана обработки материальных потоков x_{ij} и на целевых функциях подсистем.

Таким образом, еще раз убеждаемся, что при жесткой централизации игроки сообщают недостоверные информации, учитывая только свои интересы.

Для согласованного управления с учетом линейного характера модели игры достоверность сообщаемых оценок s_{ij} приближена к реальным значениям. А после 10-го периода игры достоверность информации однозначная, т.е. $s_{ij} = c_{ij}$ для большинства игроков и подсистем.

Большие значения целевых функций игроков при жесткой централизации объясняются тем, что было принято большое значение цены между подсистемами $u_i^o = \max\limits_{j \in k_i}(r_{ij} \cdot u_{i-1}^o + s_{ij})$. Для случая согласованного управления, цена на продукцию между подсистемами вычисляется в ходе решения игры и значения их находятся в установленных для каждой подсистемы пределах, отсюда и малые значения целевых функций игроков.

Снижение значений целевой функции координационного центра после 4-го периода объясняется тем, что игроки начинают понимать стратегию игры и достигают определенной ситуации после нескольких этапов, в данном случае через 4–5 этапов игры.

Таким образом, проведенные экспериментальные имитационные игры подтвердили эффективность закона согласованного управления в логистической системе. Второй вывод связан с экспериментальным обоснованием гипотезы слабого влияния

при числе игроков, равном 5 (или более). Действительно, устойчивые стратегии игроков в случае закона согласованного управления соответствуют ситуации равновесия при гипотезе слабого влияния.

3.4. Имитационная игра «Распределение грузопотоков по видам транспорта»

Транспорт – важная подсистема логистики, осуществляющая перевозки людей и грузов. В структуре общественного производства транспорт относится к сфере производства материальных услуг.

Повышение качества и эффективности работы транспорта может быть реально достигнуто лишь при организации четкого взаимодействия различных видов транспорта и их комплексной эксплуатации.

Для правильного распределения перевозок по видам транспорта необходимо решить ряд технико-экономических и управленческих задач: согласованное распределение перевозок, создание системы соизмеримых показателей работы разных видов транспорта, установление взаимоувязанных тарифов на перевозки, определение правовых основ комплексной эксплуатации видов транспорта, создание автоматизированной системы управления транспортом и др.

Имитационные игры «Распределение грузопотоков по видам транспорта» и «Распределение грузопотоков по направлениям» построены на базе линейных и нелинейных моделей, описывающих традиционные транспортные и распределительные задачи. Они дают возможность быстро и наглядно анализировать действия различных принципов и законов управления в транспортных системах [16–18, 25, 30, 31].

3.4.1. Содержательное описание игры

Рассмотрим простейшую транспортную систему, состоящую из пункта отправления А и пункта назначения Б

(рис. 3.4.1). Примем, что из пункта А в пункт Б в течение планируемого периода необходимо перевезти *R* единицы груза. Перевозка груза может осуществляться различными видами транспорта (например, железнодорожным, речным, морским, автомобильным и т. д.).

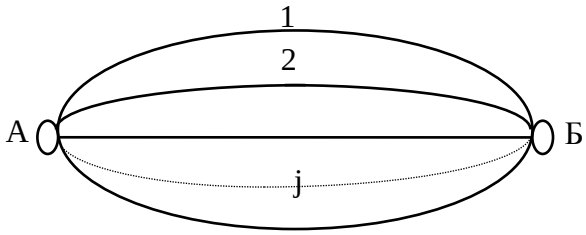


Рис. 3.4.1

Обозначим через $\varphi_j(x_j)$ затраты на перевозку груза в количестве x_j, *j*-ым видом транспорта. Задача заключается в определении объемов перевозок, выполненных каждым видом транспорта так, чтобы общие (совокупные) затраты в транспортной системе были минимальными. Примем, что координационный центр решает задачу распределения грузопотоков между различными видами транспорта. Для решения этой задачи координационный центр должен иметь информацию о функциях затрат $\varphi_j(x_j)$. Примем, что эта информация имеется в соответствующей транспортной подсистеме. Рассмотрим следующий механизм функционирования координационного центра.

Каждая транспортная подсистема сообщает в координационный центр информацию о затратах на перевозку грузов. В дальнейшем примем, что функции $\varphi_j(x_j, r_j)$ заданы в параметрическом виде и известные в координационном центре с точностью до параметра r_j. В этом случае каждая транспортная подсистема сообщает в координационный центр оценку s_j параметра r_j.

Координационный центр решает задачу определения грузопотоков $x_j(s)$(план), а также определяет (и корректирует) тарифы на перевозку $\lambda(s)$ (управление). Очевидно, что каждая транспортная подсистема, сообщая информацию о затратах, преследует свои хозяйственные интересы. При «плохом» согласовании интересов транспортных подсистем и координационного центра в системе могут возникнуть отрицательные тенденции завышения оценок затрат на перевозку грузов. Проблема состоит в создании такого хозяйственного механизма, который обеспечивает решение задачи оптимального планирования грузопотоков в координационный центр на основе достоверной информации о затратах на перевозку.

3.4.2. Описание модели игры

Рассматривается двухуровневая система, содержащая координационный центр и несколько транспортных подсистем.

Пусть для простоты вычислений, не снижающей уровня общности выводов,

$$\varphi_j(x_j, r_j) = \frac{1}{2r_j} x_j^2 \ , \ \ j = \overline{1,m} \ ,$$

где r_j – характеризует коэффициент эффективности **j**-й транспортной подсистемы (величина обратная трудоемкости перевозки единицы груза).

Тогда целевая функция каждой транспортной подсистемы определяется величиной прибыли от перевозки x_j количества грузов

$$f_j = \lambda x_j - \frac{1}{2r_j} x_j^2 \ . \qquad (3.4.1)$$

Задача координационного центра формулируется следующим образом: определить такой план грузопотоков $\{x_j\}$, чтобы

$$\sum_{j=1}^{m} \frac{1}{2r_j} x_j^2 \to min \qquad (3.4.2)$$

при условии $\sum_{j=1}^{m} x_j = R$.

Так как координационному центру известны только s_j оценки r_j, то задача (3.4.2) имеет следующий вид:

$$\left.\begin{aligned} &\sum_{j=1}^{m} \frac{1}{2s_j} x_j^2 \to min \\ &\sum_{j=1}^{m} x_j = R \end{aligned}\right\}. \qquad (3.4.3)$$

В случае принципа жесткого централизованного управления, когда величины λ заданы координационным центром постоянно для всех транспортных подсистем, план $x_j(s)$ определяется выражением

$$x_j = s_j \frac{R}{\sum_{j=1}^{m} s_j}, \quad j = \overline{1,m}. \qquad (3.4.4)$$

В случае принципа согласованного управления координационный центр учитывает дополнительные условия согласования, выполнение которых гарантирует каждой транспортной подсистеме наибольшую «прибыль» при заявляемой величине s_j.

Условия согласования имеют вид

$$\lambda x_j - \frac{1}{2s_j} x_j^2 = \max_{0 \le y_j \le R} [\lambda y_j - \frac{1}{2s_j} y_j^2], \quad j = \overline{1,m}. \qquad (3.4.5)$$

Таким образом, при согласованном управлении координационный центр решает задачу (3.4.3, 3.4.5); выполнение условия согласования обеспечивается соответствующим выбором величины λ, которая определяется соотношением

$$\lambda = \frac{R}{\sum_{j=1}^{m} s_j}. \qquad (3.4.6)$$

Подставляя (3.4.6) в выражение (3.4.4) получим

$$x_j = \lambda s_j \ . \qquad (3.4.7)$$

3.4.3. Предварительный анализ игры

Игровая ситуация возникает из-за того что каждая транспортная подсистема старается максимизировать свою прибыль, пользуясь тем, что координационный центр не знает достоверно величин r_j, а знает лишь границы $d_j \le r_j \le D_j$, $j = \overline{1,m}$, в пределах которых могут изменяться эти величины.

Анализ игры при жестком централизованном управлении (λ = const) показывает, что транспортные подсистемы искажают сообщаемую координационному центру информацию о своих возможностях с целью повышения выигрыша. Транспортные подсистемы не имеют конкретной стратегии игры. Значение целевой функции координационного центра далеко от оптимального (оптимальное значение имеет место, когда $s_j = r_j$).

Анализ игры при согласованном управлении показывает, что при соблюдении условия согласования (3.4.5) выполняются следующие условия равновесия $\{s_j\} = \{r_j\}$, $j = \overline{1,m}$, т. е. при согласованном управлении обеспечивается оптимальное состояние всей единой транспортной системы, одновременно доставляя гарантированно высокие выигрыши отдельными транспортными подсистемами (т. к. все транспортные подсистемы сообщают свои достоверные значения $s_j = r_j$, $j = \overline{1,m}$).

Таким образом, транспортные подсистемы придерживаются конкретной стратегией игры $s_j^* = r_j$ при гипотезе слабого влияния (где под гипотезой слабого влияния принимаются условия, когда транспортные подсистемы не учитывают влияния сообщаемых оценок s_j на величину λ).

Описание линейной модели игры

Рассмотрим подробно случай линейных зависимостей, когда $\varphi_j(x_j, r_j) = r_j x_j$, $j = \overline{1,m}$, $0 \le x_j \le c_j$, $j = \overline{1,m}$,

где r_j – затраты на перевозки; c_j – максимальное количество груза, которое может перевезти *j*-я транспортная подсистема за планируемый период или пропускная способность *j*-ой транспортной подсистемы. Целевая функция *j*-й транспортной подсистемы имеет вид

$$f_j = (\lambda_j - r_j)x_j \to max. \qquad (3.4.8)$$

Целевая функция координационного центра имеет следующий вид:

$$\Phi = \sum_{j=1}^{m} r_j x_j \to min. \qquad (3.4.9)$$

При сообщении транспортными подсистемами $\{s_j\}$ оценки $\{r_j\}$ координационный центр решает следующую задачу:

$$\sum_{j=1}^{m} s_j x_j \to min \qquad (3.4.9\ а)$$

при ограничении $\sum_{j=1}^{m} x_j = R$.

Условия согласования имеют вид

$$(\lambda_j - s_j)x_j = \max_{0 \le y_j \le c_j} (\lambda_j - s_j)y_j, \quad j = \overline{1,m}.$$

Пусть s_j упорядочены по возрастанию $(s_1 \le s_2 \le ...s_m)$ и *q* такое, что

$$\sum_{j=1}^{q-1} c_j < R \le \sum_{j=1}^{q} c_j.$$

Тогда решение задачи (3.4.9) можно записать в явном виде:

$$x_j = \begin{cases} c_j, & j = \overline{1,(q-1)} \quad (3.4.10) \\ R - \sum_{1}^{q-1} c_j, & j = q \\ 0, & j = \overline{(q+1),m} \quad (3.4.11) \end{cases}.$$

При рассмотрении принципа жесткого централизованого управления

(λ = const) x_j определяется из предыдущего выражения (3.4.11).

Если рассматривается случай согласованного управления, то

$$\lambda = s_q, \quad (3.4.12)$$

и x_j также определяется из (3.4.11).

Для **j**-й транспортной подсистемы можно определить λ_j по формуле

$$\lambda_j = \lambda + \Delta_j,\ \Delta_j = \lambda_j - \lambda = \lambda_j - s_q,$$

где Δ_j – величина разности тарифа **j**-ой транспортной подсистемы от единого тарифа λ, вычисляемого для всех транспортных подсистем по формуле (3.4.12).

Анализ игры при жесткой централизации показывает, что при

$$\lambda_j > r_j \Rightarrow s_j < r_j,$$

$$\lambda_j < r_j \Rightarrow s_j > r_j,\ j = \overline{1,m},$$

$$d_j \le r_j \le D_j.$$

Таким образом, транспортные подсистемы сообщают недостоверные информации и значение целевой функции координационного центра далеко от оптимального.

Анализ игры при согласованном управлении показывает, что при соблюдении условия согласования выполняются следующие условия равновесия:

$$r_j < \lambda \Rightarrow x_j = c_j,$$
$$r_j > \lambda \Rightarrow x_j = 0, \quad j = \overline{1,m}. \qquad (3.4.12a)$$

Транспортные подсистемы стараются сообщать истинные оценки $s_j^* = r_j$: обеспечивается оптимальное значение целевой функции координационного центра и одновременно большие выигрыши отдельным транспортным подсистемам.

Замечание 1. Учитывая, что для линейных моделей сходимость к ситуации равновесия нетривиальна, можно применить для случая согласованного управления слабые штрафы. Тогда целевая функция *j*-й транспортной подсистемы f_j будет иметь вид

$$f_j = (\lambda_j - r_j)x_j - \alpha(r_j - s_j)c_j \to max, \qquad (3.4.8a)$$

где α – коэффициент штрафа за недостоверную информацию, $0 < \alpha < 1$.

Предполагается, что координационный центр после этапа планирования знает величину $r_j, j = j = \overline{1,m}$.

Анализ игры при согласованном управлении со штрафом, как было описано раньше, соответствует случаю согласованному управлению без штрафов. Транспортные подсистемы сообщают истинные оценки $s_j^* = r_j$, $j = \overline{1,m}$.

Замечание 2. Если гипотеза слабого влияния недостаточно правомерна, т. е. транспортные подсистемы учитывают влияние сообщаемых оценок s_j на величину λ_j, то для устойчивости функционирования систем можно использовать метод нормирования целевых функций транспортных подсистем. Стимулирование транспортных подсистем производится из единого фонда, величина которого *M* задана (либо зависит от суммарного выигрыша всех транспортных подсистем), т. е. значение целевых функций определяется из следующего выражения:

$$f_j^M(s)=\frac{f_j(s)}{\sum_{k=1}^{m} f_k(s)}M, \quad \text{где} \quad M=\mu\sum_{k=1}^{m} f_k(s),$$

или

$$f_j^M=\frac{\lambda x_j-\frac{1}{2r_j}x_j^2}{\sum_{k=1}^{m}(\lambda x_k-\frac{1}{2r_k}x_k^2)}M; \qquad (3.4.1а)$$

$$f_j^M=\frac{(\lambda_j-r_j)x_j}{\sum_{k=1}^{m}(\lambda_k-r_k)x_k}M, \quad j=\overline{1,m} \qquad (3.4.8б)$$

где (3.4.1а) – для нелинейной модели, (3.4.8б) – для линейной модели.

Порядок организации и проведения игры

Перед началом игры:

1. Отбираются участники игры, m = 4–6 человек или команд.

2. Участники игры предварительно знакомятся с теоретической частью игры. Назначается ведущий (он же – координационный центр).

3. Решается вопрос о моделируемом принципе управления (жесткое централизованное управление или согласованное управление) и о модели игры (нелинейная или линейная).

4. Ведущий подготавливает данные для игры и определяет значение величин: R – количество груза, который надо перевезти; r_j – коэффициент эффективности j-й транспортной подсистемы; c_j – пропускная (провозная) способность j-й транспортной подсистемы; λ – тариф на перевозку; Δ_j – дополнительный тариф для j-й транспортной подсистемы, для всех транспортных подсистем, которые заносят в табл. 3.4.1 (или 3.4.1а).

5. Ведущий объясняет участникам смысл и правила игры, порядок сообщения данных (оценок), вид целевых функций, со-

общает (закрыто) количественные характеристики коэффициента эффективности – r_j, дополнительного тарифа – Δ_j, провозной способности – c_j каждому *j*-му участнику (**j**-й транспортной подсистемы).

Если случай жесткой централизации, то сообщается и значение тарифа- λ**.**

6. Участники изучают характеристики своих транспортных подсистем, заносят данные в табл. 3.4.2 (или в табл. 3.4.2 а линейной модели) и намечают стратегию игры.

7. Для оперативного проведения игры можно рекомендовать назначение всем командам одинаковых значений r_j – коэффициента эффективности и λ – тарифа за перевозку или заранее можно составить таблицу вычисления выигрышей команд (например, при нелинейной модели для случая **r** = 5 для всех транспортных подсистем дана в табл. 3.4.3).

Проведение игры:

1. Все участники сообщают (закрыто) свои оценки s_j (оценку коэффициента эффективности – r_j) ведущему, где s_j находится в пределах $d_j \le s_j \le D_j$, d_j и D_j – соответственно нижние и верхние границы значения s_j, $j = 1 - m$.

2. Ведущий решает задачу оптимальной перевозки, т. е. вычисление величин x_j количество перевозимого груза *j*-ой транспортной подсистемы по выражению (3.4.4) (или (3.4.11) – при линейной модели) и λ (значение тарифа за перевозку) по выражению (3.4.6) (или 3.4.12, 3.4.12 а), если рассматривается принцип согласованного управления.

3. Ведущий заполняет табл. 3.4.1 и сообщает каждому участнику значения x_j – количество перевозимого груза и λ – величину тарифа.

4. Подсчет участниками игры своих целевых функций по выражению (3.4.1) или (3.4.8). Если нормирование, то по (3.4.1 а) или (3.4.8 б), если согласованное управление со штрафом, то по (3.4.8 а). Ведущим – величину потерь в системе по

(3.4.2) или (3.4.9). Все данные заносятся в таблицах 3.4.1(3.4.1 а) и 3.4.2 (3.4.2 а).

5. Анализ результатов одной партии игры и повторение п.п. 1–4 до окончания проводимого тура игры.

После окончания тура игры:

1. Участники строят графики зависимостей целевых функций и сообщаемых оценок от периодов тура игры.

2. Проводится коллективный анализ результатов всех участников игры, обсуждаются стратегии отдельных участников.

3. Ведущий подводит итоги прошедшего тура игры и объявляет результаты, выявляющие преимущества одной структуры игры над другой.

Таблица 3.4.1 (ведущему)

	5	5	5	5	5		$1 \le s_j \le 10$					R = 125
№	Оценка s_j коэффициента эффективности					Тариф λ	x_j - количество перевозимого груза					Целевая функция координ центра
	1	**2**	**3**	**4**	**5**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Ф**
1	5	5	5	6	5	3	24,4	24,4	24,4	29,28	24,4	328
2	6	5	5	4	5	3	30	25	25	20	25	317
3	7	4	4	4	5	3	36,4	20,8	20,8	20,8	26	340
4	4	3	3	5	5	3	25	18,75	18,75	31,25	31,25	323
5	3	2	3	3	5	3	23,4	15,6	23,4	23,4	39,0	340
6	5	5	5	4	5	5	26	26	26	20,8	26	313
7	5	5	5	5	5	5	25	25	25	25	25	312,5
8	5	5	5	5	5	5	25	25	25	25	25	312,5
9	5	5	5	5	5	5	25	25	25	25	25	312,5

Примечание. Партии с 1 по 5 игрались при жесткой централизации с $\lambda = 3 = \text{const}$, с 6 по 9 при согласованном управлении

Таблица 3.4.1а (ведущему)

$r_j \Rightarrow$	8	5	6	7	$c_j \Rightarrow$	25	20	30	25	$R=70$
№	$1 \le s_j \le 10$				λ	$0 \le x_j \le c_j$				Φ
	1	2	3	4		1	2	3	4	
1	1	5	6	5	10	25	20	0	25	475
2	1	5	6	7	10	25	20	25	0	450
3	1	5	6	1	10	25	20	0	25	475
4	1	5	6	1	10	25	20	0	25	475
5	1	5	6	1	10	25	20	0	25	475
6	5	5	6	6	6	25	20	13	12	462
7	6	5	6	8	6	25	20	25	0	450
8	6	5	6	7	6	25	20	25	0	450
9	10	5	6	2	6	0	20	25	25	425
10	9	5	6	7	7	0	20	30	20	420
11	9	5	6	7	7	0	20	30	20	420
12	9	5	6	7	7	0	20	3	20	420
13	6	5	6	7	6	25	20	25	0	450
14	8	5	6	7	7	0	20	30	20	420
15	8	5	6	7	7	0	20	30	20	420

Примечание. Партии с 1 по 5 игрались при жесткой централизации с λ = 10 = const, с 6 по 12 при согласованном управлении и с 12 по 15 при согласованном управлении со штрафом Δ_j = 0,5.

Таблица 3.4.2 (участнику)

$r_j = 5$ коэффициент эффективности			Команда N j		
№ партии	$f_j = \lambda x_j - \frac{1}{2r_j} x_j^2$				
	1	2	3	4	5
1	14,6	14,6	14,6	0	14,6
2	0	12,5	12,5	20	12,5
3	-21	18,8	19,2	18	10,4
4	12,5	23,33	21,1	-3	0
5	15	15	15,4	16	-40

Продолжение табл. 3.4.2 (участнику)

$r_j = 5$ коэффициент эффективности			Команда N j		
№ партии	$f_j = \lambda x_j - \frac{1}{2r_j} x_j^2$				
6	63	64	62,4	61	63
7	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5
8	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5
9	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5

Таблица 3.4.2 а (участнику)

№ партии	$f_j = (\lambda - r_j)x_j \to max, \Delta_j = 0{,}5,\ 1 \le s_j \le 10$			
	1	2	3	4
1	50	100	0	75
2	50	100	100	0
3	50	100	0	75
4	50	100	0	75
5	50	100	0	25
6	-50	20	0	12
7	-50	20	0	0
8	-50	20	0	0
9	0	20	0	-25
10	0	40	30	0
11	0	40	30	0
12	0	40	30	0
13	-25	20	30	0
14	0	20	30	20
15	0	20	30	20

Примечание. Партии с 1 по 5 игрались при жесткой централизации с $\lambda = 10 = const$, с 6 по 12 при согласованном управлении и с 12 по 15 согласованное управление со штрафом, при $\Delta_j = 0{,}5$.

Таблица 3.4.3

План x_j	f_j	План x_j	f_j
1	λ -0,1	19	19λ -36,1
2	2λ -0,4	20	20λ -40
3	3λ -0,9	21	21λ 44,1
4	4λ -1,6	22	22λ -48,4
5	5λ -2,5	23	23λ -52,9
6	6λ -3,6	24	24λ -57,6
7	7λ -4,9	25	25λ -62,5
8	8λ -6,4	26	26λ -67,6
9	9λ -8,1	27	27λ -72,9
10	10λ -10	28	28λ -78,4
11	11λ -12,1	29	29λ -84,1
12	12λ -14,4	30	30λ -90
13	13λ -16,9	31	31λ -96,1
14	14λ - 19,6	32	32λ -102,4
15	15λ -22,5	33	33λ -108,9
16	16λ -25,6	34	34λ -115,6
17	17λ -28,9	35	35λ -122,5
18	18λ -32,4	36	36λ -129,6

Обсуждение результатов игры

Для случая нелинейной модели числовые данные игры представлены в таблицах 3.4.1 и 3.4.2, а графические зависимости s_j, f_j, Φ от периодов игры *t* на рис. 3.4.2–3..4.4. При $\lambda = 3 < r_j = 5$ игрокам выгоднее сообщать $s_j < r_j$, чтобы не получать слишком большие невыгодные планы $\{x_j\}$. Пятый игрок, придерживаясь достоверной информации $s_5 = r_5$, получает невыгодные большие планы x_j и находится в проигрышном состоянии, $f_5 = -40$ при $t = 5$. На третьем этапе игры первый игрок тоже находится в проигрыше, т. к. сообщая $s_1 = 7 > r_1$, получает невыгодно большой план $›_1 = 36{,}4$ и $f_1 = -21$. В целом, как и предполагалась из предварительного

анализа, игроки при жесткой централизации (периоды с 1 по 5) искажали сообщаемую информацию, т. е. $s_j \neq r_j$.

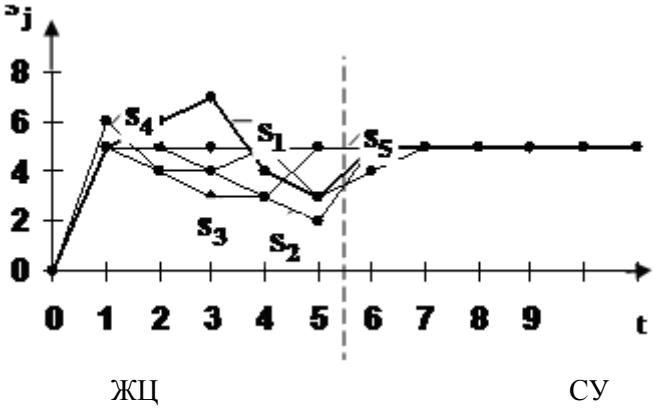


Рис. 3.4.2

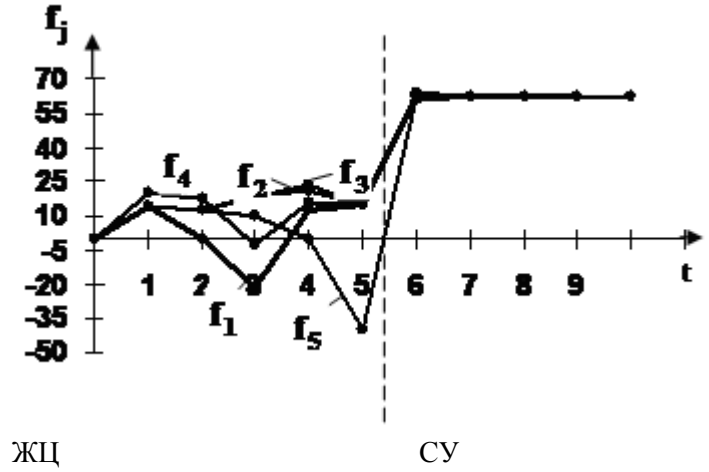


Рис. 3.4.3

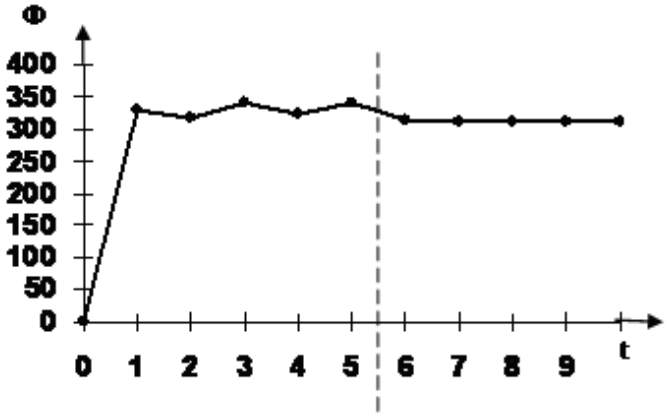


Рис. 3.4.4

Для принципа согласованного управления теоретические результаты потверждаются экспериментальными данными, игроки сообщают достоверные информации $s_j = r_j$, начиная с 6 периода игры, что доказывает и правомерность гипотезы слабого влияния.

Для линейной модели игры числовые данные представлены в табл. 3.4.1 а и 3.4.2 а, а графические зависимости представлены на рисунках 3.4.2–3.4.5. Учитывая медленную сходимость линейных моделей, для случая согласованного управления предусмотрели слабый штраф с коэффициентом $\Delta_j = 0{,}5$.

При жесткой централизации, где партии с 1 по 5 $\lambda=10 > r_j$,большинство игроков, стараясь получить выгодные планы, снижают свои оценки затрат s_j до минимума, не считаясь со своими реальными данными возможностями. Некоторые игроки упрямо придерживаются одной и той же стратегий, не учитывая влияния стратегий других игроков, на общий результат игры и на их выигрыш. (Например, поведение третьего игрока).

При согласованном управлении с 6 по 12 партии игры, где $\lambda = var$, заметна слабая сходимость линейной модели. Слабая

подготовленность первого игрока и «любознательность» четвертого игрока (на 8 и 9 периоде) приводят их к проигрышу. Достоверность информации при согласованном управлении хорошо заметна с применением слабых штрафов $\Delta_j = 0{,}5$ на периодах с 12 по 15, где $s_j = r_j$ для всех игроков.

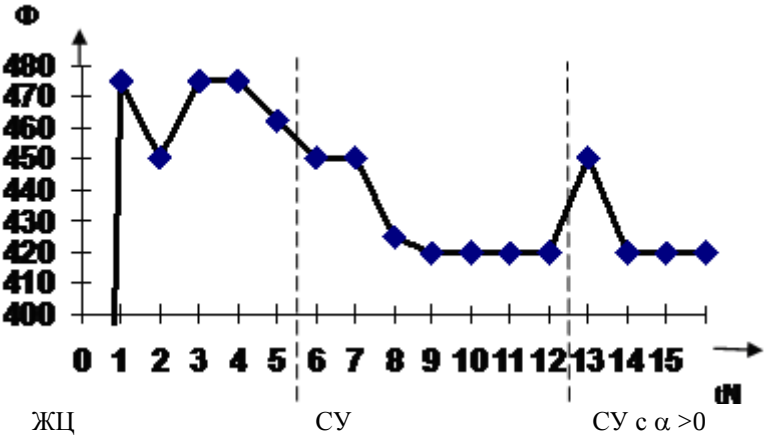


Рис. 3.4.5

3.5. Имитационная игра «Распределение грузопотоков по направлениям»

3.5.1. Содержательное описание игры

Рассмотрим *n* видов транспортных подсистем, которые перевозят грузы (сырье) из пункта *A* в *m* потребителям, имеющим потребности сырья в количестве $b_j (j = \overline{1,m})$ (рис. 3.5.1). Каждая транспортная подсистема имеет пропускную (провозную) способность, равную $a_i \ (i = \overline{1,n})$. Функционирование системы происходит следующим образом [16–18, 30–32].

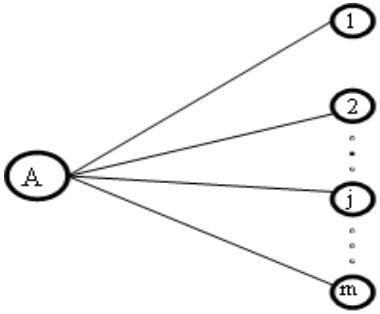


Рис. 3.5.1

Сначала каждая транспортная подсистема, имеющая целевую функцию вида

$$f_i = \sum_{j=1}^{m} (u_j - c_{ij}) x_{ij} \to max, \qquad (3.5.1)$$

сообщает в координационный центр s_{ij} оценку своих потерь c_{ij}, от перевозки груза в количестве x_{ij} от A до j-го потребителя, u_j – тариф за перевозку единицы груза от A до j-го потребителя. Целевая функция координационного центра определяется формулой

$$\Phi = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} c_{ij} x_{ij} \to min. \qquad (3.5.2)$$

На этапе планирования перевозок координационный центр минимизирует суммарные потери от перевозок в форме следующей задачи:

$$\Phi = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} s_{ij} x_{ij} \to min \qquad (3.5.2\ а)$$

при ограничениях

$$\sum_{i=1}^{n} x_{ij} = b_j, \ j = \overline{1,m}, \qquad (3.5.3)$$

$$\sum_{j=1}^{m} x_{ij} \le a_i, \ i = \overline{1,n}. \qquad (3.5.4)$$

Предполагаем, что координационный центр знает лишь границы изменения величин c_{ij}, т. е. $d_{ij} \le s_{ij} \le D_{ij}$, $i = \overline{1,n}$, $j = \overline{1,m}$.

Для решения задачи (3.5.2 а–3.5.4) выпишем двойственную к ней задачу с двойственными переменными γ_j и $\lambda_i \ge 0$:

$$\sum_{j=1}^{m} \gamma_j b_j - \sum_{i=1}^{n} \lambda_i a_i \to max,$$

$$\gamma_j - \lambda_i \le s_{ij},\ i = 1 \div n,\ j = \overline{1,m},$$

откуда $\lambda_i = max(0, \gamma_j - s_{ij})$.

Так как каждая транспортная подсистема стремится максимально использовать свою пропускную способность, то ее целевую функцию можно определить в следующей форме:

$$\lambda_i a_i = \sum_{j=1}^{m} (\gamma_j - s_{ij}) x_{ij} \to max. \qquad (3.5.7)$$

Если рассматривается вариант жесткой централизации, то координационный центр, решив задачу (3.5.2а – 3.5.4), сообщает транспортной подсистеме значение x_{ij}, а значение $u_j = const$.

Если же рассматривается вариант согласованного управления, то к задачам (3.5.2а–3.5.4), добавляется условия совершенного согласования следующего вида:

$$(u_j - s_{ij}) x_{ij} = \max_l (u_l - s_{il}) x_{il},\ l = \overline{1,m}.$$

Координационный центр, решив задачу (3.5.2 а–3.5.4, 3.5.7) сообщает каждой транспортной подсистеме x_{ij} и значение $u_j = \gamma_j$, $j = \overline{1,m}$, которая определяется из решения задачи (3.5.5–3.5.6).

На этапе реализации вычисляются значения функции (3.5.1) и (3.5.2). Анализируются результаты функционирования каждого вида транспорта и координационного центра в целом.

Задача решается известными алгоритмами для транспортных задач.

Если перевозка производится из нескольких пунктов A, где $i = \overline{1,n}$, решение задачи происходит аналогично.

Замечание

1. Если рассматриваем согласованное управление со штрафом, тогда целевая функция i -ой транспортной подсистемы имеет вид

$$f_i = \sum_{j=1}^{m} (u_{ij} - c_{ij})x_{ij} - \alpha / s_{ij} - c_{ij} / a_i \to max,$$

где α – коэффициент штрафа за недостоверную информацию, $0 < \alpha < 1$.

2. При нормировании целевых функций

$$f_i^M = \frac{\sum_{j=1}^{m} (u_{ij} - c_{ij})x_{ij}}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} (u_{ij} - c_{ij})x_{ij}} M, \qquad (3.3.1а)$$

$$M = \mu \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} (u_{ij} - c_{ij})x_{ij}. \qquad (3.5.1б)$$

Предварительный анализ игры для случая жесткого централизованного управления показывает, что каждый вид транспорта, стараясь максимизировать только свою целевую функцию, искажает величину себестоимости перевозок c_{ij}, сообщая $s_{ij} \neq c_{ij}$, что приводит к неустойчивости стратегии игры для каждого вида транспорта и проигрышу координационному центру в целом.

Анализ для согласованного управления приводит к сообщению достоверной информации $\forall\ i, j : s_{ij} = c_{ij}$, благодаря согласованию интересов каждого вида транспорта с целью координационного центра, т. е. ситуацией равновесия игры является $\{s_{ij}^*\} = \{c_{ij}\}$. И каждый вид транспорта при гипотезе слабого влияния придерживается стратегии, равной $s_{ij}^* = c_{ij}$, $i = \overline{1,n}$, $j = \overline{1,m}$.

3.5.2. Организация и проведение игры

Перед началом игры:

1. Отбираются участники игры, m = 4–6 человек или команд.

2. Участники игры предварительно знакомятся с теоретической частью игры. Назначается ведущий, если его нет (он же - координационный центр).

3. Решается вопрос о моделируемом принципе управления (жесткое централизованное управление или согласованное управление). Ведущий подготавливает данные для игры и определяет значение величин b_j – количества потребляемого груза для *j*-го пункта, a_i – провозной способности *i*-й транспортной подсистемы от перевозки груза в *j*-ый пункт потребления, u_j – тарифа за перевозку груза в *j*-ый пункт потребления, $j = \overline{1,m}$, $i = \overline{1,n}$, которые заносит в табл. 3.5.1–3.5.2.

4. Ведущий объясняет участникам смысл и механизм игры, порядок подачи оценок, вид целевых функций, сообщает (закрыто) количественные характеристики (c_{ij} – потери и u_j – тарифа, если жесткое централизованное управление) каждой транспортной подсистеме.

5. Участники изучают характеристики своих транспортных подсистем, намечают стратегию игры и вводят данные по $\{b_j\}$ и $\{s_{ij}\}$ в табл. 3.5.2., табл. 3.5.4 для каждой партии игры.

Проведение игры:

1. Все участники сообщают (закрыто) для каждой партии игры свои оценки s_{ij} (оценку потерь от перевозки c_{ij}) ведущему, где $d_{ij} \le s_{ij} \le D_{ij}$, $i = \overline{1,n}$, $j = \overline{1,m}$, d_{ij}, D_{ij} – нижние и верхние границы изменения величины s_{ij}.

2. Ведущий заполняет табл. 3.5.1 и 3.5.2 и решает задачу (3.5.2 - 3.5.4), определяет количество перевозимого груза x_{ij}, если рассматривается согласованное управление, то тариф $u_j = \gamma_j$, $j = \overline{1,m}$ вычисляется из решения задачи (3.5.5 и 3.5.6).

3. Ведущий сообщает каждому участнику количество перевозимого груза x_{ij} (тариф u_j при согласованном управлении) и заполняет таблицу 3.5.2, табл. 3.5.4 для данной партии игры.

4. Подсчет участниками своих целевых функций по выражению (3.5.1) или (3.5.1 а), (3.5.1 б) и ведущим – величину потерь в системе по (3.5.2); все данные заносятся в табл. 3.5.2 и 3.5.4.

5. Анализ результатов одной партии игры и повторение п.п.1–4 до окончания проведенного тура игры.

После окончания тура игры:

1. Участники строят графики зависимостей целевых функций и сообщаемых оценок от периодов тура игры.

2. Проводится коллективный анализ результатов всех участников игры, обсуждаются стратегии отдельных участников.

3. Ведущий подводит итоги прошедшего тура игры и объявляет результаты, выявляющие преимущества одной структуры игры над другой.

4. При необходимости игра проводится с теми же или измененными условиями.

Таблица 3.5.1(ведущему)

$\sum_{i=1}^{n} a_i = \sum_{j=1}^{m} b_j$, $1 \le s_{ij} \le 10$, $u_{ij} = 15$, $i = 1 \div n, j = 1 \div m$				
$b_j(1)^*$	150	150	150	150
$b_j(2)$	150	150	150	150
$b_j(3)$	150	150	150	150
$b_j(4)$	200	100	200	100
$b_j(5)$	200	200	100	100
$b_j(6)$	300	100	100	100
$b_j(7)$	300	100	100	100
$b_j(8)$	300	200	50	50
$b_j(9)$	500	50	25	25
$b_j(10)$	300	280	10	10
$b_j(11)$	570	10	10	10
$b_j(12)$ / a_i	600	0	0	0
150	2 c11	3 c12	6 c13	4 c14
150	2 c21	3 c22	6 c23	4 c24
150	2 c_{31}	3 c_{32}	6 c_{33}	4 c_{34}
150	2 c_{41}	3 c_{42}	6 c_{43}	4 c_{44}

*- $b_j(t)$– потребность *j*-го потребителя в *t*-й период игры, т. е. для каждого периода *t* свои числовые данные $b_j(t)$

Таблица 3.5.2

N	s_{ij}				b_j				x_{ij}				f_i	Φ
	1	1	9	9					0	150	0	0	1800	
	1	5	9	8					150	0	0	0	1950	
1	3	4	8	7	150	150	150	150	0	0	0	150	1650	2250
	1	1	7	7					0	0	150	0	1350	
	1	1	9	8					150	0	0	0	1950	
	1	3	9	8					0	0	0	150	1650	
2	2	2	9	9	150	150	150	150	0	0	150	0	1350	2250
	2	1	9	9					0	150	0	0	1800	
	1	1	9	8					150	0	0	0	1950	
	1	1	9	8					0	150	0	0	1800	
3	1	1	9	8	150	150	150	150	0	0	150	0	1350	2250
	1	1	9	8					0	0	0	150	1650	
	1	1	9	8					150	0	0	0	1950	
	1	1	9	8					50	100	0	0	1850	
4	1	1	9	8	200	100	200	100	0	0	150	0	1350	2300
	1	1	9	8					0	0	50	100	1350	
	1	1	9	8					150	0	0	0	1950	
	1	1	9	8					50	100	0	0	1850	
5	1	1	9	8	200	200	100	100	0	100	50	0	1650	2000
	1	1	9	8					0	0	50	100	1550	
	1	1	9	8					150				1950	
	1	1	9	8					150	100	50		1950	
6	1	1	9	8	300	100	100	100			50	100	1650	1900
	1	1	9	8									1550	
	5	3	9	8					0	0	100	50	1450	
	1	1	9	8					150	0	0	0	1950	
7	1	1	9	8	300	200	100	100	150	0	0	0	1950	1900
	1	1	9	8					0	100	0	50	1950	
	1	1	9	9					150	0	0	0	1950	
	1	1	9	9					150	0	0	0	1950	
8	1	1	9	9	300	200	50	50	0	150	0	0	1800	1700
	1	1	9	9					0	50	50	50	1600	
	1	1	9	9					150	0	0	0	1950	
	1	1	9	9					150	0	0	0	1950	
9	1	1	9	9	500	50	25	25	150	0	0	0	1950	1400
	1	1	9	9					50	50	25	25	1750	
	1	1	9	9					150	0	0	0	1950	
	1	1	9	9					150	0	0	0	1950	
10	1	1	9	9	300	280	10	10	0	150	0	0	1800	1540
	1	1	9	9					0	130	10	10	1760	
	1	1	9	9					150				1950	
	1	1	9	9					150				1950	
11	1	1	9	9	570	10	10	10	150				1950	1270
	1	1	9	9					120	10	10	10	1880	
	1	1	9	9					150				1950	
	1	1	9	9					150				1950	
12	1	1	9	9	600	0	0	0	150				1950	1200
	1	1	9	9					150				1950	

Таблица. 3.5.3 (ведущему)

$b_j(1)$	200	200	100	100
$b_j(2)$	200	200	100	100
$b_j(3)$	200	200	100	100
$b_j(4)$	200	200	100	100
$b_j(5)$	500	80	10	10
$b_j(6)$	500	10	10	10
$b_j(7)$	500	80	10	10
$b_j(8)$	570	10	10	10
$b_j(9)$	570	10	10	10
$b_j(10)$	570	10	10	10
$b_j(11)$	570	10	10	10
$b_j(12)$ / a_i	600	0	0	0
150	2 c_{11}	3 c_{12}	6 c_{13}	4 c_{14}
150	2 c_{21}	3 c_{22}	6 c_{23}	4 c_{24}
150	2 c_{31}	3 c_{32}	6 c_{33}	4 c_{34}
150	2 c_{41}	3 c_{42}	6 c_{43}	4 c_{44}

Таблица 3.5.4

N	s_{ij}				b_j				x_{ij}				u_{ij}				f_{ij}	Φ
	6	5	7	2					50			100					0	
1	5	4	5	3	200	200	100	100		150			6	5	5	2	300	2000
	8	4	4	5						50	100						0	
	3	3	3	2					150								600	
	3	8	9	5					150								150	
2	2	7	8	6	200	200	100	100	50	50	50		3	8	9	4	450	2000
	3	6	6	1							50	100					150	
	2	4	5	3						150							750	
	2	3	6	3					50			100					100	
3	1	4	6	4	200	200	100	100	150				2	3	5	3	0	2000
	2	2	5	4						150							0	
	2	3	5	4						50	100						100	

Продолжение табл. 3.5.4

	2	8	9	6					150								0	
4	2	9	8	7	200	200	100	100	50		100		2	4	8	4	200	2000
	1	3	7	3						50		100					50	
	2	3	8	8						150							150	
	2	8	9	6					150								0	
5	2	9	8	7	500	80	10	10	150				2	3	8	4	0	1340
	1	3	7	3					140			10					0	
	2	3	8	8					60	80	10	0					20	
	3	6	8	4					140			10					140	
6	2	5	7	5	500	80	10	10	150				3	4	5	4	150	1320
	3	4	5	6					60	80	10	10					130	
	2	4	6	4					150								150	
	2	3	6	4					150								0	
7	2	3	6	4	500	80	10	10	150				2	3	6	4	0	1300
	2	3	6	4					150								0	
	2	3	6	4					150	80	10						0	
	2	3	6	4					150								0	
8	2	3	6	4	570	10	10	10	150				2	3	6	4	0	1250
	2	3	6	4					150								0	
	2	3	6	4					120	10	10	10					0	
	3	4	7	5					140	10							150	
9	2	5	7	4	570	10	10	10	150				3	4	6	4	150	1230
	2	3	5	3					150								150	
	2	4	5	3					130		10	10					130	
	3	8	9	5					150								150	
10	2	7	8	6	570	10	10	10	150				3	5	6	1	150	1220
	3	6	6	1					130		10	10					100	
	2	4	5	3					140	10							160	
	2	6	9	4					150								0	
11	2	5	6	3	570	10	10	10	150				2	4	5	3	0	1190
	2	4	5	3					150								0	
	2	4	5	3					120	10	10	10					-10	
	2	6	9	4					150								0	
12	2	5	6	3	600	0	0	0	150				2	4	5	3	0	1180
	2	4	5	3					150								0	
	2	4	5	3					150								0	

3.5.3. Обсуждение результатов игры

Исходные данные для случая жесткой централизации представлены в табл. 3.5.1–3.5.2, а графические зависимости s_{ij}, f_{ij}, Φ на рис. 3.5.2–3.53. Из табл. 3.5.1 видно, что для всех транспортных организаций выгодными направлениями перевозок грузов является первое и второе направления, где реальные затраты на перевозку $\forall i : c_{i1} = 2$ и $c_{i2} = 3$, $i = \overline{1,4}$. Отсюда и занижение информации оценок c_{ij} до минимального процесса,

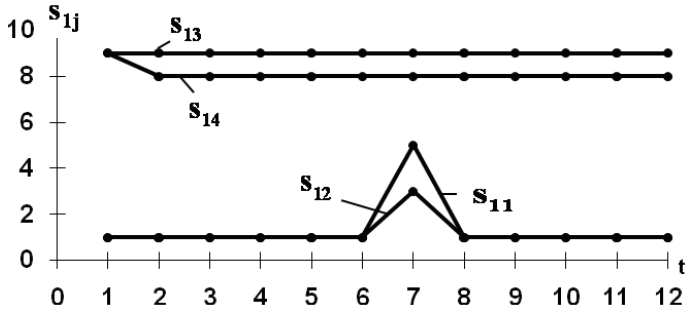
т. е. $\forall i,t:\ c_{i1} = c_{i2} = d_{ij} = 1, i = \overline{1,4},\ t = \overline{1,12}$. «Любознательный» шаг первого игрока на 7 периоде игры (повышение оценок $s_{11} = 5,\ s_{12} = 3$) приводит к соответствующему смещению значений его целевой функции на 7 периоде игры до $f_1(7) = 1450$.

Изменения значений потребителей b_j от периода к периоду игры не влияют на сообщаемые стратегии игроков, они отражаются лишь на значениях плана перевозок x_{ij} и на целевые функции транспортных подсистем.

Таким образом, еще раз убеждаемся, что при жесткой централизации игроки сообщают недостоверные информации, учитывая только свои интересы.

Для согласованного управления с учетом линейного характера модели игры достоверность сообщаемых оценок s_{ij} приближена к реальным значениям. А после 10 периода игры по выгодным направлениям перевозок достоверность информации однозначная, т. е. $s_{ij} = c_{ij}$ для большинства игроков и направлений.

На рис. 3.5.5 представлена графическая зависимость значений тарифа u_{ij} от периода игры, которая вычисляется из общего решения задачи игры на каждом этапе игры.



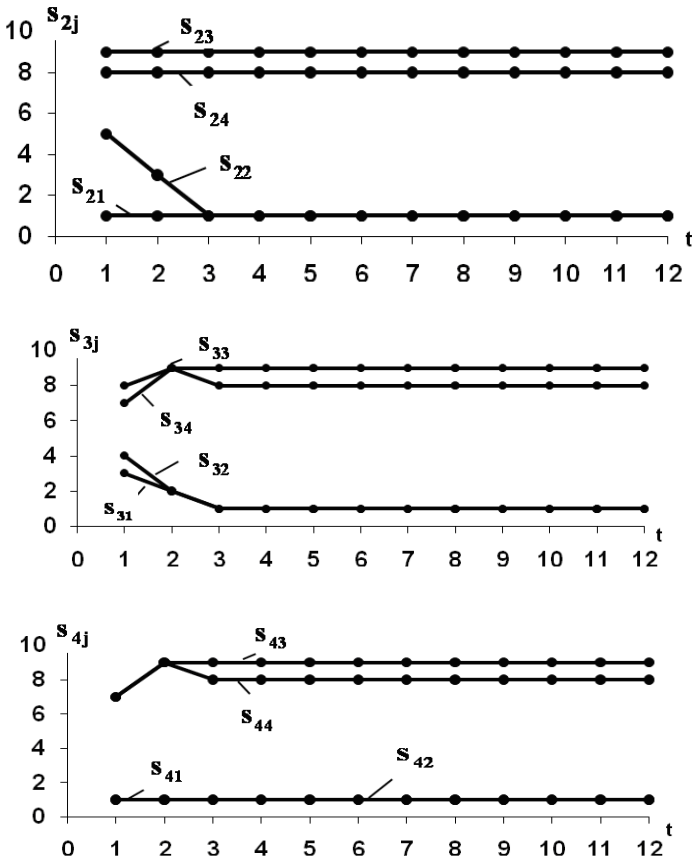
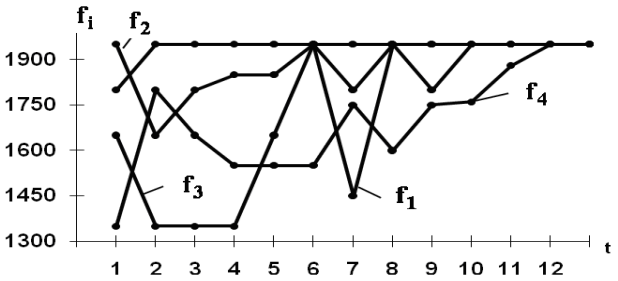

s2j
s23
s24
s22
s21
t
s3j
s33
s34
s32
s31
t
s4j
s43
s44
s42
s41
t

Рис. 3.5.2


fi
f2
f4
f3
f1
t

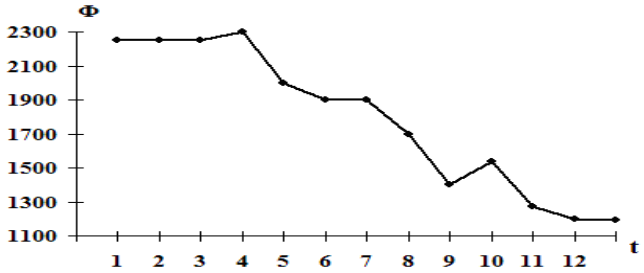
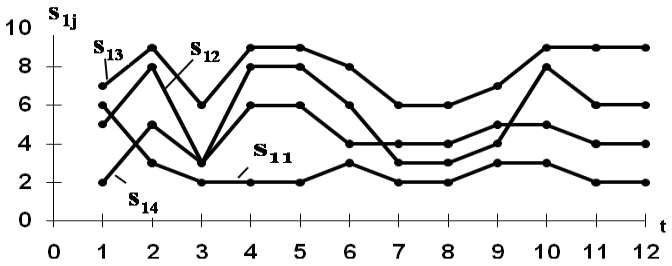
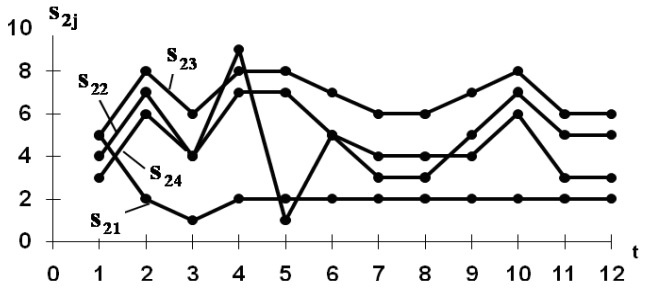
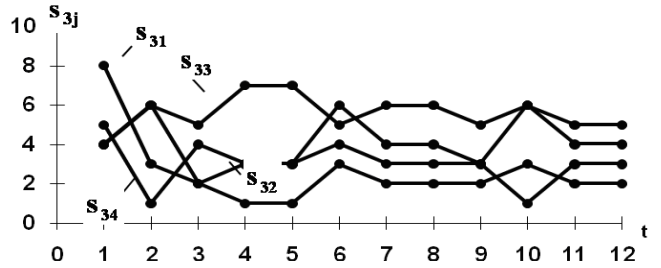

Ф
2300
2100
1900
1700
1500
1300
1100
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
t

Рис. 3.5.3


s1j
s13
s12
s11
s14
10 8 6 4 2 0
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
t


s2j
s23
s22
s24
s21
10 8 6 4 2 0
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
t


s3j
s31
s33
s32
s34
10 8 6 4 2 0
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
t

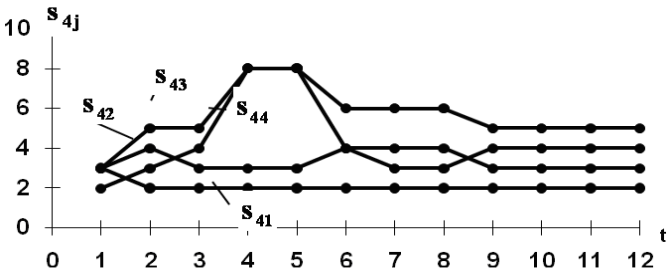


Рис. 3.5.4

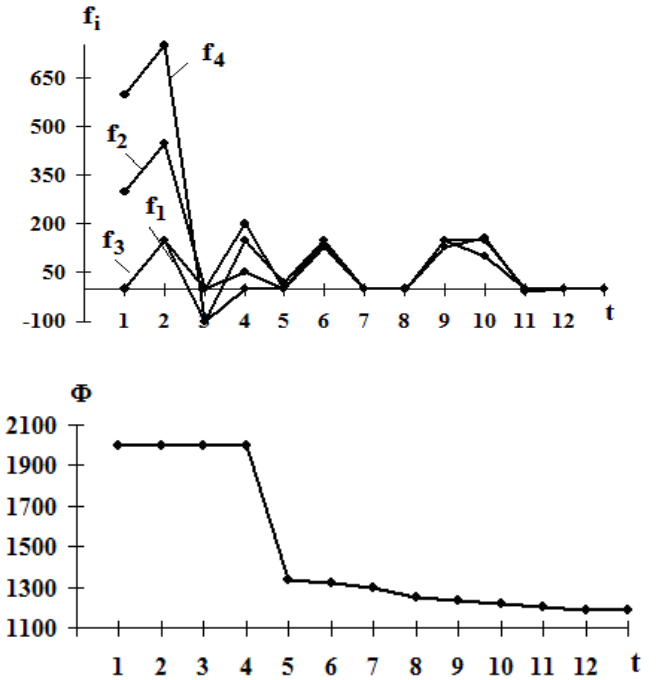


Рис. 3.5.5

Большие значения целевых функций игроков при жесткой централизации объясняются тем, что было принято большое значение тарифа за перевозку $\forall\ j,t : u_{ij} = 15$. Для случая согла-

сованного управления тариф u_{ij} вычисляется в ходе решения задачи игры и значения их находятся в пределах от 1 до 9, отсюда и малые значения целевых функций игроков.

Изменения значений потребителей b_j от периода к периоду в данном случае не влияют на достоверность сообщаемых оценок s_{ij}, а влияют лишь на значения плана перевозок x_{ij} и целевых функции транспортных подсистем. Резкое снижение значений целевой функции координационного центра после 4 периода игры объясняется тем, что игроки начинают понимать стратегию игры и достигают определенной ситуации после 4–5 этапов игры.

3.6. Имитационная игра «Распределение ресурсов в режиме «автоматов»

3.6.1. Стратегии «автоматов»

При малом числе людей или ограниченном времени, а также в случае экспериментальной проверки теоретических результатов целесообразно проведение игры в режиме «автомат», когда вместо некоторых или всех участников играет ЭВМ. В режиме «автомат» можно проводить игру в любом варианте. ЭВМ (автомат) может играть за любое количество игроков.

Представляет научный интерес сравнение стратегий людей со стратегиями «автоматов».

Стратегии «автоматов» определены следующим образом. Стратегией «автоматов» в каждой партии является либо увеличение оценки предыдущей партии на определенный шаг, либо её уменьшение, либо оценка остается прежней [16–18, 30–31].

При этом, если изменение оценки в предыдущей партии привело к увеличению выигрыша или сокращению проигрыша, то в данной партии оценка изменяется в ту же сторону (увеличивается, если в предыдущей партии она увеличивалась, уменьшается – если уменьшалась) и остается прежней, если в предыдущей партии не изменялась. Если же выигрыш умень-

шился, то оценка меняется в противоположную сторону по сравнению с изменением в предыдущей партии (увеличивается, если в предыдущей партии уменьшалась, уменьшается, если увеличивалась, и, наконец, если оценка в предыдущей партии не менялась, то делается пробное изменение в сторону увеличения оценки). Если в обоих направлениях проигрышные стратегии, то «автомат» придерживается исходной стратегии.

Если с ЭВМ играют люди, то стратегия «автомата» зависит и от стратегии людей. Но правила выбора стратегии «автоматом», приведенные выше, остаются в силе.

Самой простой на наш взгляд выглядит итерационная процедура вида

$$s_i^{k+1} = s_i^k \pm \gamma_i^k,\ \gamma_i^k \geq 0, \qquad (3.6.1)$$

где s_i^k – стратегия *i*-го игрока на *k* -*м* шаге, γ_i^k – величина шага. Автомат выбирает стратегию на *k+1* шага и подсчитывает на этом шаге свой выигрыш со значением целевой функции на *k* -м шаге. Если значение более выигрышное, то автомат делает шаг в этом направлении, если нет, то в обратном направлении и т. д.

Рассмотрим теперь индикаторное поведение автоматов, основанных на более сложных принципах.

Пусть система состоит из *n* взаимосвязанных элементов $A_i\,(i=\overline{1,n})$. Элемент A_i распоряжается выбором величины $s_i \in [d_i, D_i]$.

Для каждого A_i при любом случае и допустимым s_i существует единственная точка $s_i^* = f\,(s) \in [d_i, D_i]$, которую будем называть положением цели *i*-го элемента.

Время функционирования системы разбито на периоды с номерами *k* = 0, 1, 2,.... Гипотеза о поведении элементов состоит в следующем (аксиома индикаторного поведения): каждый элемент A_i с течением времени изменяет значение собственной переменной в направлении к текущему положению цели s_i^*, т. е. движется по направлению к поверхности $s_i^* = f_i(s)$. В дис-

кретном случае подобная тактика поведения может быть описана итерационной процедурой

$$\forall i,k:\ s_i^{k+1} = s_i^k + \gamma_i^k \left[s_i^* - s_i^k \right], \quad \gamma_i^k \in [0,1], \qquad (3.6.2)$$

где s_i^k – точка на сегменте $[d_i, D_i]$, которую элемент A_i выбирает в *k*-м периоде.

Конкретное значение γ_i^k, определяющее величину шага

$$\Delta s_i^k = s_i^{k+1} - s_i^k, \qquad (3.6.3)$$

может зависеть от времени, текущего состояния и некоторых других факторов, внешних по отношению к модели. Ограничение $\gamma_i^k \le 1$ означает, что в системе отсутствует «перерегулирование» т. е. каждый A_i делает шаг не больший, чем расстояние (по направлению s_i) от s_i^k до поверхности $s_i^* = f_i(s)$.

Рассмотрение игровых моделей приводит к мысли видоизменить модель в несколько ином направлении. Как правило, в реальных ситуациях функции выигрыша f_i элемента неизвестны. Элемент A_i располагает лишь локальной информацией о собственной функции выигрыша, зная поведение $f_i(s)$ в некоторой малой окрестности точки, в которой находится система. Еще лучше сказать, что A_i в состоянии оценить лишь направление роста $f_i(s)$ по собственной переменной. В таких условиях гипотеза индикаторного поведения представляется наиболее правдоподобной. В этом случае процедуру (3.6.2) можно считать адекватной реальным динамическим процессом лишь в предположении, что элементы делают в нужном направлении заведомо малые шаги. Не будучи уверенным в этом, едва ли можно считать выполненным ограничение $\gamma_i^k \le 1$, т. к. элементы не располагают информацией для вычисления текущих положений цели.

Если указанное предположение не выполняется, то приходится изучать итерационную процедуру вида

$$\forall i,k: \quad s_i^{k+1} = s_i^k + \xi_i^k \, sign \, g_i(s^k), \qquad (3.6.4)$$

где $\xi_i^k \geq 0$ означает длину шага $\xi_i^k = (s_i^{k+1} - s_i^k)$, а $g_i(s^k) = \dfrac{\partial \varphi_i(s)}{\partial s_i}$ – функция-индикатор.

Все рассмотренные правила поведения «автоматов» представим в следующем виде:

1. $s_i^{k+1} = s_i^k \pm \gamma_i^k$, $\gamma_i^k > 0$ – стратегия автомата «плюс-минус» шаг;

2. $s_i^{k+1} = s_i^k + \gamma_i^k \, sign \; g_i(s)$,

$$sign \, g_i(s) = \begin{cases} -1, & если \quad g_i(s) < 0 \\ 0, & если \quad g_i(s) = 0 \\ 1, & если \quad g_i(s) > 0 \end{cases} \qquad (3.6.5)$$

стратегия автомата «шаг по градиенту»;

3. $s_i^{k+1} = \hat{s}_i$, $\hat{s}_i \in [SMIN, SMAX]$ – стратегия автомата «поиск в интервале».

3.6.2. Постановка задачи игры

Рассмотрим систему, состоящую из управляющего органа (центра) и *n* подчиненных организаций. Задача центра – так распределить имеющийся у него ресурс *R* между *n* элементами, чтобы выигрыш системы в целом был наибольшим.

Приняты следующие предположения: руководство каждой организации знает эффективность переработки ресурса на своем производстве, т. е. знает величины своих выигрышей в зависимости от количества выделенного ресурса; центру известен характер зависимости выигрышей подсистем от количества ресур-

са, но точных значений показателей эффективности использования ресурсов в организациях центр не знает.

Функционирование описываемой системы в течение одного планового периода предполагается следующим:

- на этапе формирования данных управляющий орган получает от подсистем сведения об эффективности переработки ими ресурса, т. е. оценки показателей эффективности;
- на этапе планирования управляющий орган на основании поступивших «снизу» данных решает задачу оптимального распределения ресурса с целью максимизации эффективности всей системы;
- на этапе реализации плана каждая подсистема использует выделенное ей количество ресурса в соответствии с истинным показателем эффективности использования ресурса; подсчитываются выигрыши отдельных подсистем и системы в целом. Суммарный выигрыш каждого элемента складывается из его выигрышей в последовательности партий.

3.6.3. Описание модели игры

Обозначим:

n – количество организаций в системе;

R – количество ресурса, выделяемое организации i, $i = \overline{1,n}$;

$f_i(x_i)$ – функция, определяющая режим потребления ресурса в организациях

(она одинакова для всех организаций и известна управляющему органу);

r_i – коэффициент эффективности использования ресурсов i-й организацией;

$r_i\ f_i(x_i)$ – эффект от использования i-й организацией ресурса в количестве x_i;

s_i – оценка величины r_i руководством i-й организации, сообщаемая центру на этапе формирования информации.

Целевая функция всей системы (ее представляет центр) определяется выражением

$$\Phi = \sum_{i=1}^{n} r_i f(x_i). \qquad (3.6.6)$$

На этапе планирования центр на основе сообщенной ему информации решает задачу

$$\left.\begin{aligned} \Phi &= \sum_{i=1}^{n} s_i f(x_i) \to max \\ \sum_{i=1}^{n} x_i &\le R \end{aligned}\right\} \qquad (3.6.7)$$

и находит величины $\{ x_i \}$.

На этапе реализации плана деятельность организаций оценивается центром путем сопоставления достигнутого организацией эффекта $r_i f_i(x_i)$ и затраченных ресурсов.

Формально целевая функция *i*-й организации записывается в виде

$$\varphi_i = r_i f_i(x_i) - \lambda x_i , \qquad (3.6.8)$$

где λ – коэффициент приведения количества ресурса к эффекту за счет его использования (условно можно назвать его ценой единицы ресурса).

В случае анализа принципа жесткой централизации «цена» λ единицы ресурса постоянна и назначается центром из соображений, непосредственно к задаче распределения ресурса не относящихся: следует учесть порядок величин $s_i f_i(x_i)$ и x_i, чтобы величины φ_i были положительными.

При использовании в системе принципа согласованного управления центр должен учитывать, кроме условия (3.6.8) и условия согласования. Это условие может быть записано в виде соотношения

$$s_i f_i(x_i) - \lambda x_i = \max_{0<u_i<\infty} [s_i f_i(u_i) - \lambda u_i]. \qquad (3.6.9)$$

Соответствующим выбором «цены» единицы груза обеспечивается выполнение этого условия, где λ определяется из системы уравнений:

$$\frac{\partial f_i(x_i)}{\partial x_i} = \frac{\lambda}{s_i},\ i = \overline{1,n} \ \text{ при } \ \sum_{i=1}^{n} x_i = R.$$

Для простоты вычислений используется $f_i(x_i) = \sqrt{x_i}$. При этом решение задачи центра на этапе планирования имеет вид

$$x_i = \frac{R}{\sum_{j=1}^{n} s_j^2} \cdot s_i^2, \qquad (3.6.10)$$

а величина λ (в случае принципа согласованного управления) определяется по выражению

$$\lambda = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n} s_j^2}{R}}. \qquad (3.6.11)$$

3.6.4. Организация и проведение игры

1. Определение цели и выбор соответствующей модели поведения автоматов.

2. Отбор группы из N-участников игры (в т. ч. и автоматов). Назначение ведущего игры (он может играть роль управляющего органа).

3. Пояснение ведущим механизма игры - содержательное описание моделируемой ситуации, принципа распределения ресурсов, целей подсистем и центра. Неформальный анализ игровой ситуации для механизма игры и ограничения периода обучения. При объяснении принципа жесткой централизации важно показать участникам, что при дефиците ресурса будет иметь место к завышению заявок и наоборот.

Из выражения для φ_i следует, что для получения максимального выигрыша каждая организация должна получить ресурс

$$x_i = \frac{r_i^2}{4\lambda^2}.$$

Отталкиваясь от этого выражения, можем написать выражение для случая избыточности и дефицита ресурса.

$$N \cdot \max_i \left(\frac{r_i^2}{4\lambda^2}\right) < R \text{ – избыток ресурса,}$$

$$N \cdot \max_i \left(\frac{r_i^2}{4\lambda^2}\right) > R \text{ – дефицит ресурса.}$$

В случае согласованного управления оценки должны быть «компромиссными»: увеличение оценок $\mathbf{s_i}$ приводит к увеличению количества получаемого ресурса, но увеличивается и величина λ; уменьшение оценок $\mathbf{s_i}$ приводит к уменьшению λ, но уменьшается и количество получаемого ресурса – и то, и другое может быть невыгодно участникам.

4. Назначение подсистемой величин r_i. Задание границ оценок $s_i \in [SMIN, SMAX]$. Назначение величины λ (в случае жесткой централизации).

5. Начало партии игры. Участники сообщают центру оценки s_i коэффициентов эффективности использования ресурса. Для автоматов начальное значение задает ведущий.

6. Этап планирования. Центр решает задачу (3.6.7) в случае жесткой централизации или (3.6.7, 3.6.9) – при согласованном управлении с помощью ЭВМ, предварительно вызывая программу согласно выбираемой модели поведения автоматов.

Центр сообщает участникам полученные значения x_i и соответствующую этому значению функцию выигрыша φ_i по формуле (3.6.8) и если решалась задача согласованного управления, значение λ – по формуле (3.6.11).

7. Этап реализации. Организации «реализуют» выделенные ресурсы с учетом истинных коэффициентов и сообщают s_i на следующий период игры.

3.6.5. Обсуждение результатов игры при различных стратегиях «автомата»

1. *Стратегия автомата «плюс-минус шаг»*. После очередной партии игры автомат сравнивает значение своей целевой функции в текущей партии со значением в предыдущей. Если текущее значение более выигрышное, чем предыдущее, то автомат делает шаг в этом направлении, если проигрышное, то «пробует» сделать шаг в обратном направлении. Если это дает выигрыш, то автомат придерживается этой стратегии, если нет, то автомат не меняет своей первоначальной стратегии. Здесь автомат «придерживается» аксиомы индикаторного поведения (3.6.2): делает шаг к положению цели, предполагая при этом, что остальные игроки придерживаются своих прежних стратегий. Слово «придерживается» взято в кавычки потому, что в данном случае значение ($s_i^* - s_i^k$) в (3.6.2) равно единице (следовательно, и γ_i^k может быть больше единицы).

В начальных партиях игры автомат по этой стратегии может и проигрывать, но ее достоинством является то, что она наглядно демонстрирует ход движения к цели. При игре с игроками, не достаточно понимающими природу игры, автомат по этой стратегии обычно выигрывает. Шаг для всех автоматов принят нами равным единице и не меняется в течение игры.

В табл. 3.6.1 и 3.6.2 даны числовые данные для случая жесткой централизации соответственно при дефиците (R = 300) и избытке (R = 600) ресурсов, а в табл. 3.6.3 – для случая согласованного управления. В игре участвуют два игрока и «автомат», приняты $r_i = 10$, $d_i = 1$, $D_i = 20$, т. е. $s_i \in [1; 20]$, λ=0,5 (для случая жесткой централизации). Графические зависимости s_i, φ_i и Φ от периодов игры t представлены на рис. 3.6.1–3.6.3. Для жесткой централизации при дефиците ресурса при $t \geq 9$ стратегий игроков s_i стремится к максимальному значению D_i, а при избытке ресурса стратегий s_i стремится к минимальному значению d_i.

Для случая согласованного управления (рисунок 3.6.3) $s_i = \alpha r_i \ \ \forall i : i = \overline{1,3},\ 0 < \alpha \geq 1.$

2. *Стратегия автомата «шаг по градиенту»*. По данной стратегии автомат делает шаг согласно итерационной процедуре (3.6.4).

Представляется интересным нахождение функции индикатора $g_i(s)$ для конкретной игры. Рассмотрим задачу оптимального распределения ресурса. При определенных (очевидных) предположениях функцией-индикатором для A_i может служить

$$g_i(s) = \frac{\partial \varphi_i}{\partial s_i} = \left(\frac{d\varphi_i}{dx_i} - \lambda\right)\frac{\partial x_i}{\partial s_i} - x_i \frac{\partial \lambda}{\partial s_i}. \qquad (3.6.12)$$

Непосредственно наблюдаемыми величинами для A_i являются x_i, λ и s_i, и если последних недостаточно для определения производных $\frac{\partial x_i}{\partial s_i}$ и $\frac{\partial \lambda}{\partial s_i}$, то A_i не в состоянии вычислить текущее значение функции-индикатора вида (3.6.12). Но если величина $x_i \frac{\partial \lambda}{\partial s_i} \Big/ \frac{\partial x_i}{\partial s_i}$ достаточно мала (как в случае слабого влияния), то A_i в качестве функции-индикатора может использовать

$$g_i(s) = \frac{d\varphi_i}{dx_i} - \lambda. \qquad (3.6.13)$$

Элемент A_i может руководствоваться в своем поведении функцией индикатором (3.6.13) даже в том случае, когда он в состоянии вычислить производные $\frac{\partial x_i}{\partial s_i}$ и $\frac{\partial \lambda}{\partial s_i}$, но, сознавая свое слабое влияние на цену, не желает производить вычислений, дающих заведомо малый эффект. Подставляя $\varphi_i = r_i f(x_i) = r_i \sqrt{x_i}$ для нашей модели в (3.6.13), получаем

$$g_i(s) = \frac{r_i}{2\sqrt{x_i}} - \lambda. \qquad (3.6.14)$$

Данная игра предназначена для участников с более высокой степенью подготовки. Здесь применяется автомат с выбором стратегии s_i^{k+1}, ориентирующийся на знак градиента – $\frac{\partial \varphi_i}{\partial s_i}$. Если значение градиента положительно, то автомат делает шаг γ_i^k в этом направлении, если значение градиента отрицательно, то автомат делает шаг γ_i^k в обратном направлении, т. е. в сторону уменьшения величины заявок s_i^k.

В этом случае автомат тоже не идеален. Хотя информированность о стратегиях остальных участников отпадает, но его медлительность в достижении точки Нэша тоже оставляет желать лучшего.

Числовые данные представлены в табл. 3.6.4 и 3.6.5 для случаев дефицита (R = 200) и избыток (R = 1000) ресурсов с $\lambda = 0{,}5$ при жесткой централизации, а в табл. 3.6.6 данные при согласованном управлении, где R=800. Приняты $r_i = 15$, $s_i \in [1;20], \forall i: \overline{i = 1,3}$. Графические зависимости s_i, φ_i и Φ от периодов игры t представлены на рис. 3.6.4–3.6.6. После пятого периода игры игроки быстрее уже выходят на устойчивые ситуации ($s_i = D_i$ при дефиците, $s_i = d_i$ при избытке ресурсов и $s_i = \alpha r_i$ при согласованном управлении – рис. 3.6.6).

3. *Стратегия автомата «поиск в интервале»*. Автомат ищет свою стратегию методом перебора в интервале *[SMIN, SMAX],* который является интервалом допустимых значений оценки s_i. Шаг автомата при этой стратегии поведения принят равным единице.

То, чего не хватало автоматам в предыдущих играх (имеется ввиду беспроигрышное поведение, доминирование над другими участниками), тем стали обладать «автоматы» в этой игре.

Стратегия его оригинальна. После сообщения игроками своих стратегий автомат делает перебор всех своих стратегий из области $[d_i, D_i]$ и, сравнивая целевые функции по всей области, выбирает из них максимальное.

Автомат обладает свойством беспроигрышного поведения и не дает никому себя опередить. Универсальность автомата и состоит в том, что при любом наборе игроков по их профессиональной подготовке он способен оставить их в «накладе».

Числовые данные и графические зависимости представлены в табл. 3.6.7–3.6.9 и на рис. 3.6.7–3.6.9, соответственно для жесткой централизации и согласованного управления.

Таблица 3.6.1

N партии	r_1 =10	r_2 =10	r_A =10	R= 300	φ_i			Ф
	S_1	S_2	S_A	λ	φ_1	φ_2	φ_A	
1	3	6	1	0,5	47	36,7	22	277,9
2	15	10	4	0,5	42,9	49,7	129,9	302,5
3	9	15	7	0,5	47,5	45,7	42,1	327,5
4	5	16	10	0,5	31,7	46,5	47,8	323,8
5	11	18	12	0,5	45,6	48,9	47,3	339
6	8	16	14	0,5	38,5	49,9	49,6	337,5
7	10	18	16	0,5	40,6	50	49,7	339,7
8	12	20	18	0,5	42	50	49,5	341,1
9	20	20	18	0,5	49,6	49,6	48,4	345,9
10	20	20	20	0,5	49,1	49,1	49,1	346,4

Таблица 3.6.2

N партии	r_1 =10	r_2 =10	r_A =10	R=600	φ_i			Ф
	S_1	S_2	S_A	λ	φ_1	φ_2	φ_A	
1	1	20	20	0,5	6,8	41,5	41,5	431,2
2	5	10	18	0,5	48,4	47,7	41,5	479
3	12	10	16	0,5	49,8	49,4	40,9	475,7
4	14	8	13	0,5	41,9	48	45,4	480,8
5	9	6	10	0,5	47,2	48,5	42,9	481,5
6	11	8	8	0,5	6,4	49,4	49,4	484,6
7	7	4	6	0,5	39,2	48,7	46,7	481,3
8	1	3	4	0,5	30,7	49,1	36,9	453,6
9	8	1	4	0,5	1	21,8	50	422,8
10	3	1	2	0,5	23,2	41	48,8	461,8
11	1	1	1	0,5	47,5	47,5	47,5	489,9

Таблица 3.6.3

N партии	r_1 =10	r_2 =10	r_A =10	R= 600	φ_i			Ф
	S_1	S_2	S_A	λ	φ_1	φ_2	φ_A	
1	1	1	1	0,04	106,2	106,2	106,2	447,2
2	5	3	3	0,16	116,3	79	79	434
3	8	7	5	0,29	84	79,7	68	437,9
4	15	9	8	0,47	40,3	53,2	51,5	429,3
5	11	10	8	0,43	57,9	58,5	57,9	444,2
6	9	10	9	0,41	59,8	60,4	59,8	446,7
7	7	10	9	0,39	57,7	63,4	62,8	445
8	8	10	9	0,40	59,5	61,9	61,3	445,8
9	10	10	9	0,43	58,8	58,8	58,2	446,6
10	9	9	9	0,4	61,5	61,5	61,5	447,2

Таблица 3.6.4

N партии	r_1 =15	r_2 =15	r_A =15	R= 200	φ_i			Ф
	S_1	S_2	S_A	λ	φ_1	φ_2	φ_A	
1	8	5	3	0,5	104,3	79,2	53	389,6
2	10	12	6	0,5	87,7	97,6	60,2	405,7
3	15	18	12	0,5	83	93,3	70,8	417,9
4	20	20	15	0,5	88	88	72	420
5	20	20	17	0,5	85,3	85,3	76,2	422,9
6	20	20	18	0,5	83,9	83,9	78	423,7
7	20	20	19	0,5	82,5	82,5	79,6	424,12
8	20	20	20	0,5	81	81	81	424,3

Таблица 3.6.5

N партии	r_1 =15	r_2 =15	r_A =15	R = 1000	φ_i			Ф
	S_1	S_2	S_A	λ	φ_1	φ_2	φ_A	
1	19	15	18	0,5	110,3	111,4	111,8	945,6
2	16	14	15	0,5	110,8	112,5	112,2	947,6
3	12	8	13	0,5	111,8	103,8	109,2	933,8
4	8	10	11	0,5	112	109,3	112,2	945,7
5	6	12	8	0,5	103,7	90,6	112,3	918,9
6	8	8	5	0,5	104,6	104,6	107,5	924,4
7	2	4	2	0,5	107,9	72,9	107,9	896,4
8	1	6	3	0,5	54,8	56,5	110	831,48
9	1	1	1	0,5	112,2	112,2	112,2	948,67

Таблица 3.6.6

N партии	r_1 =15 S_1	r_2 =15 S_2	r_A =15 S_A	R =800 λ	φ_i φ_1	φ_2	φ_A	Ф
1	9	1	7	0,24	199,2	4,4	169,7	758,9
2	5	2	4	0,14	226,3	101,4	188,3	814,8
3	10	5	10	0,32	156,9	98,	156,9	823,7
4	12	10	13	0,43	126,6	117,2	129,5	844,2
5	15	13	14	0,5	113,5	111,5	112,9	847,5
6	17	15	15	0,55	100,6	102,5	102,5	847,2
7	16	14	14	0,53	105,4	105,4	105,4	846,6
8	15	13	15	0,51	109,5	106,7	109,5	847
9	15	15	15	0,53	106	106	106	848,5

Таблица 3.6.7

N партии	r_1 =10 S_1	r_2 =10 S_2	r_A=10 S_A	R= 300 λ	φ_i φ_1	φ_2	φ_A	Ф
1	1	1	2	0,5	41	41	48,8	230,9
2	5	10	15	0,5	30,6	47	49	226,8
3	15	10	19	0,5	48,2	39,4	49,9	237,6
4	17	5	19	0,5	49,7	23,5	49,9	223,2
5	19	7	19	0,5	49,95	29,3	49,95	229,2
6	20	10	20	0,5	49,8	36	49,8	235,7
7	20	12	20	0,5	49,7	39,9	49,7	239,3
8	20	16	20	0,5	49,2	45,4	49,2	243,7
9	20	18	20	0,5	48,8	47	48,8	244,
10	20	20	20	0,5	48,3	48,3	48,3	244,9

Таблица 3.6.8

N партии	r_1 =10 S_1	r_2 =10 S_2	r_A =10 S_A	R =600 λ	φ_i φ_1	φ_2	φ_A	Ф
1	20	20	14	0,5	34,2	34,2	49,6	419,12
2	18	15	14	0,5	27,2	42,2	49,3	418,7
3	16	10	9	0,5	11,7	48,5	49,85	410,1
4	14	5	7	0,5	-9,08	46,76	49,9	387,6
5	12	2	6	0,5	-18,09	29,6	49,65	361,2
6	8	1	4	0,5	-19,3	23,5	49,6	353,8
7	4	2	2	0,5	-14,7	39,2	49,7	374,2
8	2	1	1	0,5	0	50	50	400
9	1	1	1	0,5	41,5	41,5	41,5	424,3

Таблица 3.6.9

N партии	r_1 =10	r_2 =10	r_A =10	R= 600	φ_i			Ф
	S_1	S_2	S_A	λ	φ_1	φ_2	φ_A	
1	2	1	4	0,094	96,8	50,8	171	347,2
2	6	3	7	0,198	106	64,4	114,9	404,2
3	9	6	8	0,275	90	76,5	87,3	418,7
4	12	9	9	0,357	67,2	69,3	69,3	420
5	15	12	9	0,433	43,3	55,4	57,2	415,7
6	12	10	9	0,368	65,2	67,9	67,5	421,5
7	10	9	8	0,320	78,3	77,5	77,1	422,5
8	10	10	9	0,342	73	73	72,4	423,7

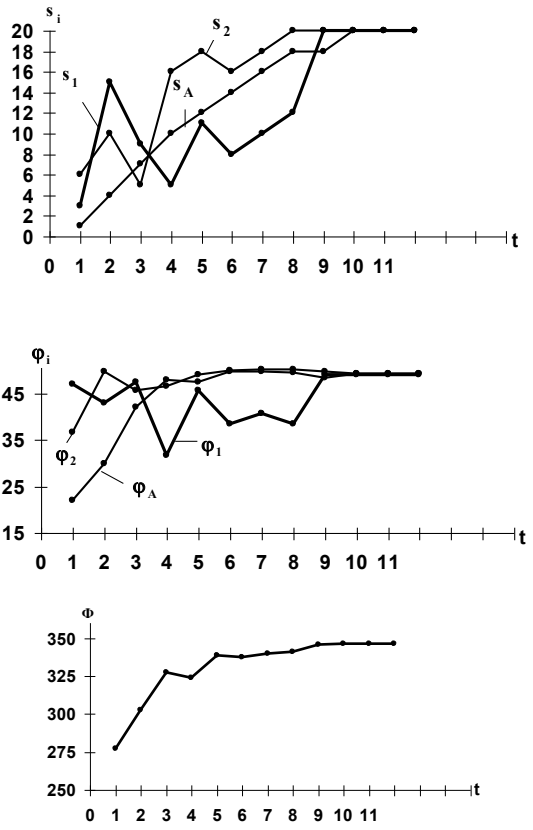


Рис. 3.6.1

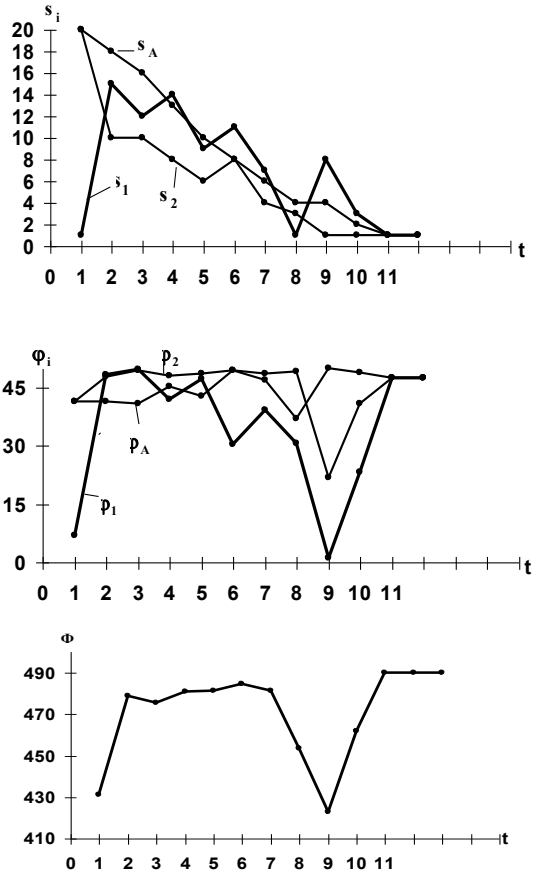
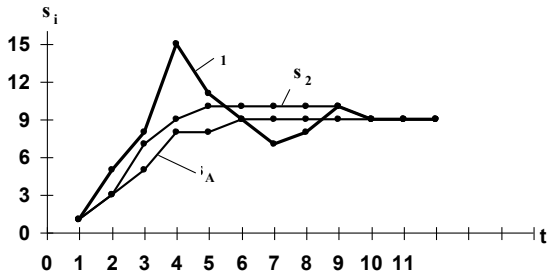

si
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
sA
s1
s2
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
φi
45
30
15
0
p2
pA
p1
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
Φ
490
470
450
430
410
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

Рис. 3.6.2


si
15
12
9
6
3
0
1
s2
iA
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

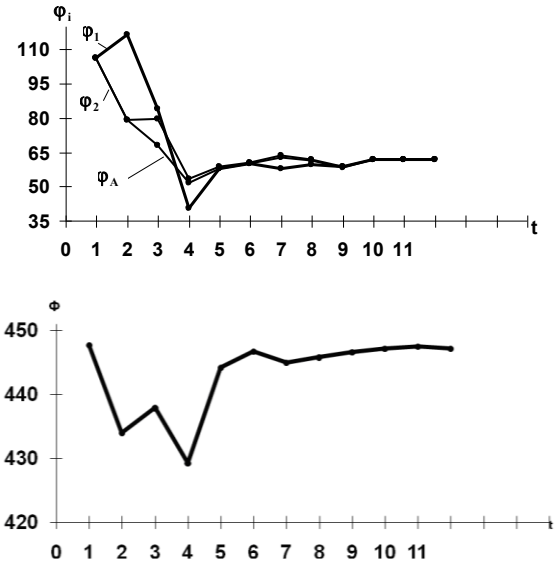
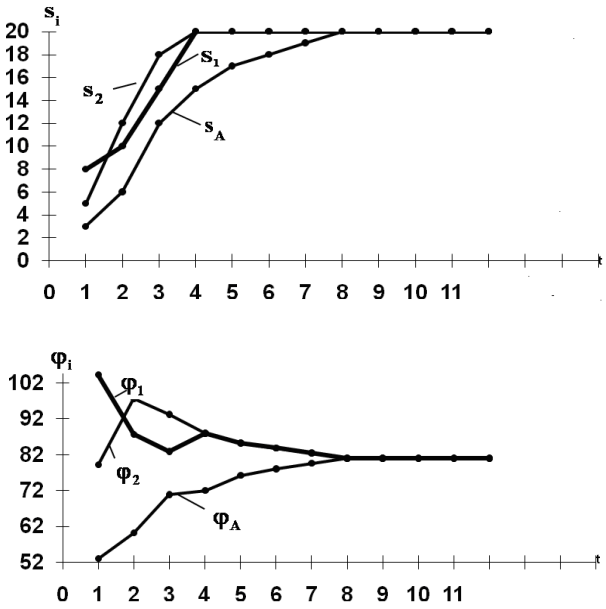

φi
φ1
φ2
φA
110
95
80
65
50
35
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
t
Φ
450
440
430
420
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
t

Рис. 3.6.3


si
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
s1
s2
sA
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
t
φi
102
92
82
72
62
52
φ1
φ2
φA
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
t

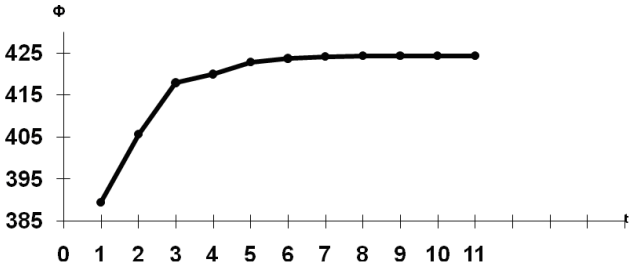


Рис. 3.6.4

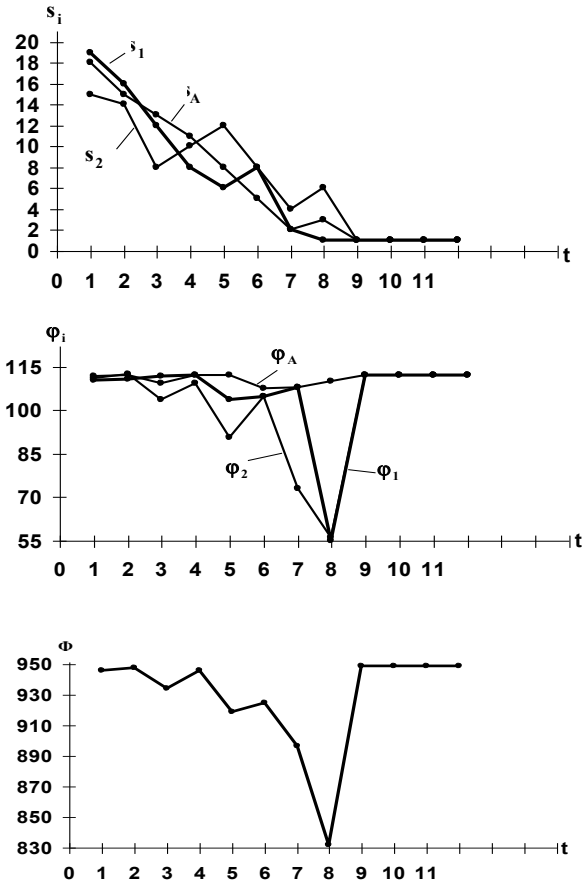


Рис. 3.6.5

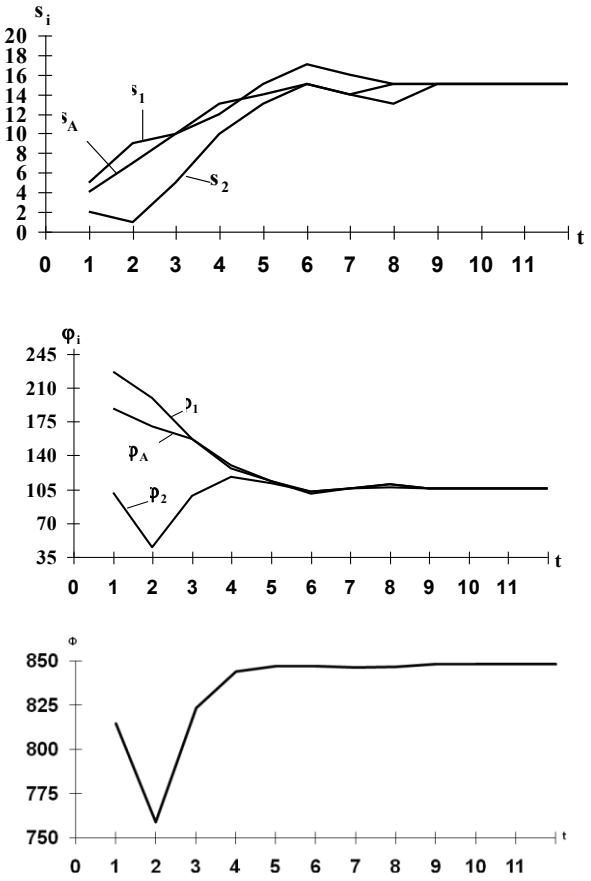
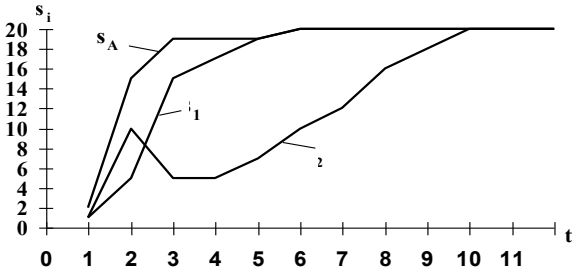
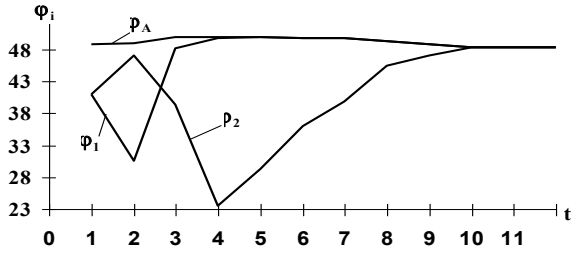

si
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
sA
s1
s2
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
φi
245
210
175
140
105
70
35
p1
pA
p2
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
Φ
850
825
800
775
750
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

Рис. 3.6.6


si
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
sA
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11


φi
pA
48
43
38
33
28
23
p2
φ1
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

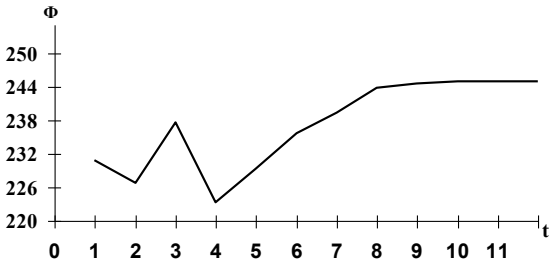
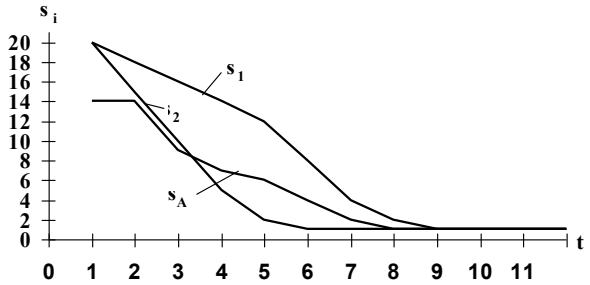
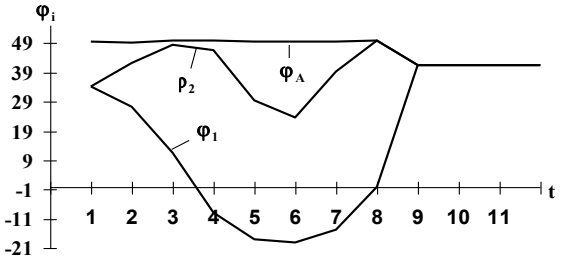

Φ
250
244
238
232
226
220
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

Рис. 3.6.7


s i
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
s1
i2
sA
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11


φi
49
39
29
19
9
-1
-11
-21
p2
φA
φ1
t
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

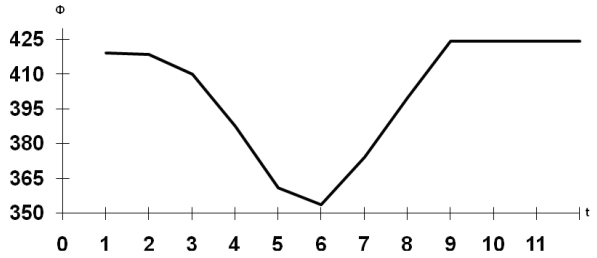
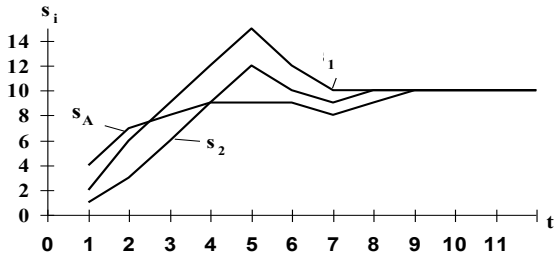


Рис. 3.6.8



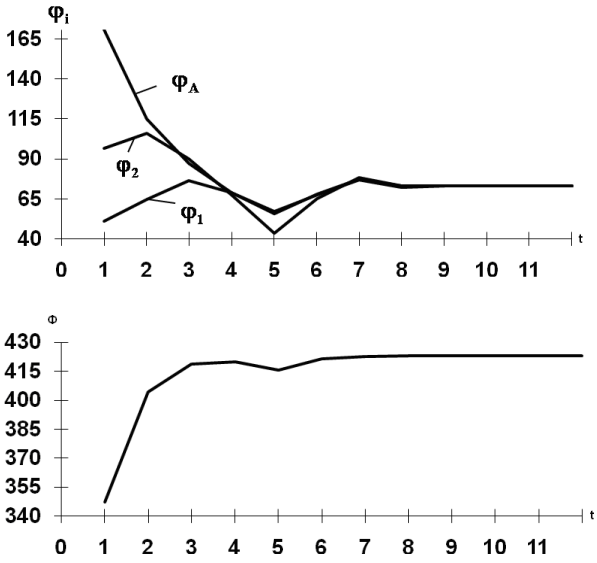


Рис. 3.6.9

4. ИНФОРМАЦИОННАЯ ЛОГИСТИКА

4.1. Понятие, значение, цель и задачи информационной логистики

4.1.1. Понятие, определение цели и задачи информационной логистики

Информация в логистических системах является стратегическим, интегрирующим ресурсом. Будучи технологической парадигмой логистики, начиная с 60-х годов, она дала мощный толчок для эволюционного развития логистики и появления подсистемы логистики – информационная логистика.

Информационная логистика (ИЛ), будучи обеспечивающей функциональной областью логистического менеджмента опираясь на свой понятийный аппарат, обеспечивает информацией логистическую систему, исходя из логистических концепции – рациональность, своевременность, адекватность. Объектом изучения информационной логистики являются информационные потоки, сопутствующие материальным потокам, возникающие и протекающие в логистических системах разных масштабов. Цель ИЛ обеспечение логистических систем информацией в нужном объеме, в нужные сроки, в нужном месте.

Как один из видов обеспечивающей подсистемы логистики ИЛ занимается рассмотрением и изучением вопросов функционирования ИТ и ИС в экономической среде, ресурсной концепции логистической информации и ее ключевых компетенций, а также изучением вопросов анализа, построения и сопровождения интегрированных логистических информационных систем (ЛИС), что позволяет с позиции системного подхода оценить состояние дел по управлению предприятиями и интегрированными цепями поставок в масштабе как экономики страны, так и экономики отдельного предприятия.

В настоящее время существует достаточное количество определений информационной логистики [1–3, 9, 33].

Информационная логистика – научное направление, связанное с разработкой рациональных методов управления ин-

формационными потоками на всем пути прохождения материального потока.

Под информационной логистикой также понимается организация и использование систем информационного обеспечения производственно-хозяйственных процессов на предприятии.

Каждое определение по своему раскрывает суть информационной логистики, обобщая их можно придти к более точной формулировке понятия информационной логистики. Следовательно, "информационная логистика" – новое научное направление, основной функцией которой является организация и сопровождение логистических информационных систем, предназначенных для сбора, хранения, обработки, передачи, оптимизации и выдачи информационных ресурсов логистики, преобразованных в информационный продукт, с применением рациональных методов управления, в интересах обеспечения конкурентных преимуществ предприятия на рынке в долгосрочной перспективе.

Общая цель ИЛ обеспечить процесс прохождения материального потока необходимой информацией на основе логистических правил. Для достижения этой цели нужны выполнение следующих задач:

1. Организация эффективного функционирования информационного потока логистической системы;

2. Рациональное обеспечение организованного информационного потока необходимыми ресурсами.

Средства информационной логистики должны позволять планировать материальные потоки, управлять ими и контролировать их. Следовательно, основными задачами информационной логистики являются:

- планирование логистических потребностей;
- анализ решений, связанных с продвижением материальных потоков;
- управленческий контроль логистических процессов;
- интеграция участников логистической цепочки.

Ученые разных стран сходятся во мнении, что современное развитие логистика получила в основном благодаря появлению и развитию средств передачи и обработки данных.

4.1.2. Значение информационной логистики

Для функционирования логистических систем информационный поток должен иметь логистические содержание, т. е. из логистической информации, которая состоит из целенаправленно собираемых сведений, необходимые для обеспечения процесса управления логистической системой предприятия. Информация способствует скоординированности работы подразделений. Ни одно из направлений логистики не смогло бы выполнять свои задачи, если бы не имело необходимой информации.

Для принятия эффективных управленческих решений, незаменимым средством являются л*огистические исследования,* представляющие собой систематический сбор и анализ данных по проблемам товародвижения, сырья, материалов и других необходимых ресурсов.

Изучение информации, как функция управления предприятием в условиях рынка, дает проверенные эвристическими знаниями рецепты выхода с минимальными рисками на положительные коммерческие результаты логистической деятельности. Информация используется во всех направлениях логистической деятельности. Чтобы нормально функционировать, предприятие должно получать полную и качественную информацию до и после принятия его руководством управленческих решений.

Управленческая логистическая информация позволяет предприятию:

- получать конкурентные преимущества и эффект синергии;
- снижать финансовый риск;
- определять приоритеты покупателей;
- обосновывать хозяйственные решения;
- повышать эффективность деятельности;
- следить за внешней средой;
- координировать стратегию.

Потребность в информации возникает уже на стадии планирования основных логистических процессов. Для этого используют данные об основных результатах деятельности в периодах, предшествующих прогнозируемому периоду, и об основных направлениях развития налоговых и правовых отноше-

ний в обществе в качестве сдерживающих или стимулирующих факторов. Эти данные дают возможность наметить основные направления логистической стратегии.

На этапе закупок используется информация о поставщиках, выпускаемых товарах, новинках. Здесь информация, поступающая извне, помогает выбрать лучшего поставщика. Информация, поступающая из микрологистической системы, позволяет исходя из данных о наличии запасов, производственных мощностей и финансовой устойчивости предприятия грамотно сформулировать заявку на материалы, сырье и полуфабрикаты. Обмен информацией между предприятиями-партнерами позволяет достичь договоренности об условиях и сроках поставки.

Большое значение имеет информация и при транспортировке продукции. На основе имеющихся данных предприятие имеет возможность определить тип и вид транспортного средства, соответствующего перевозимому грузу, выбрать экспедиционную фирму с оптимальными тарифами. Крайне важна здесь нормативно-правовая информация, т. к. все виды перевозок как внутренних, так и внешних, подчиняются целому ряду законодательных актов. Кроме того, наличие информации о перевозимом грузе позволяет создать оптимальные условия для его транспортировки, грамотно организовать погрузочно-разгрузочные работы. Сопоставление товаросопроводительной документации с информацией о фактическом состоянии груза в момент прибытия дает основания для предъявления претензий и др.

При организации систем складирования используют данные экономических расчетов о развитии складской сети; нормативные, санитарно-гигиенические требования, предъявляемые к организации складских процессов. Кроме того, своевременно полученная информация о фактическом состоянии запасов способствует расчету оптимального количества запасов, что приводить к уменьшению неликвидов, снижению замораживания капитала, также созданию условий для обеспечения их сохранности, предотвращения хищений и порчи товара.

При работе с покупателями *задача информации* – создать представление о потенциальном рынке сбыта и каналах распределения готовой продукции.

Система логистической информации – это постоянно действующая система сбора, классификации, анализа, оценки и распространения актуальной, своевременной и адекватной информации для использования ее в целях совершенствования планирования, претворения в жизнь и контроля над исполнением логистических мероприятий.

Информацию собирают и анализируют с помощью четырех вспомогательных систем, которые в совокупности составляют: внутренняя отчетность, рыночные исследования, анализ информации и сбор текущей внешней информации.

При определении показателей функционирования предприятия финансовая и бухгалтерская отчетность играет особую роль. Эта система внутренней отчетности отображает показатели текущего сбыта, суммы расходов, объемы материальных запасов, движение денежных средств, информацию о дебиторской и кредиторской задолженности. При этом чаще всего используют:

- форму № 1 «Баланс предприятия»;
- форму № 2 «Отчет о прибылях и убытках»;
- справки к форме № 2 «Справка к отчету о финансовых результатах и их использовании»;
- форму № 5 «Приложения к балансу предприятия».

Для анализа деятельности предприятия составляют аналитический баланс, определяют текущие показатели, такие как ликвидность, финансовая устойчивость и эффективность производства. Затем эти показатели сравнивают с нормативными значениями, делают прогноз вероятности банкротства и оценивают кредитоспособность предприятия. Далее устанавливают возможности развития предприятия при существующем логистическом проекте или требуется перепроектирования микрологистической системы.

Кроме данных бухгалтерского учета и финансового анализа используют договоры поставки, сведения об исполнении договоров партнерами по хозяйственным связям, результаты ранее проводимых анализов, деловую корреспонденцию предприятия, протоколы заседаний по вопросам осуществления логистической деятельности.

Большое значение для внутренней информации имеет непрерывность ее сбора. Это обеспечивает полную ясность в текущих делах собственного предприятия, а также способность и готовность предоставления рынку нужного товара в необходимых объемах.

Система сбора внешней информации включает в себя:

- статистические ежегодники страны;
- сообщения союзов предпринимателей;
- информацию отраслей;
- сообщения бирж;
- информацию банковского сектора экономики;
- новости о состоянии производства, заготовок, торговли;
- репортажи об экономических событиях.

Источниками внешней информации также являются беседы с поставщиками, клиентами, посредниками, сотрудниками. В ходе анализа внешней информации можно выявить основные тенденции развития отраслей промышленности и торговли; изменения в законодательстве, способные оказать существенное влияние как на организацию взаимоотношений с партнерами, так и на внутренние логистические процессы, такие как подбор персонала, калькуляция затрат, выбор месторасположения предприятия и системы складов, организацию торгово - технологических процессов и пр.; теорию и практику внедрения логистических методов управления на других отечественных и зарубежных предприятиях. Наличие полной информации позволяет более эффективно решать проблемы выбора поставщиков, заказчиков, перевозчиков, посредников и др.

Контрольные вопросы:

1. Какова цель ИЛ?
2. Дайте определение ИЛ.
3. На какие логистические концепции опирается ИЛ?
4. Какие вопросы изучает ИЛ?
5. Поясните ЛИС.
6. Разъясните понятие «управленческая логистическая информация».

7. Потребность в информации этапа закупок.

8. Потребность в информации при транспортировке продукции.

9. Содержание системы логистической информации.

10. Из каких вспомогательных систем состоит система логистический информации?

11. Какие данные бухгалтерского учета и финансового анализа используются в логистике?

12. Опишите систему сбора внешней информации.

13. Опишите круг задач информационной логистики.

4.2. Объект и предмет изучения, содержание информационной логистики

Объектом изучения информационной логистики является информационный поток и информационные процессы, связанные с его обработкой в процессе производственно-коммерческой деятельности предприятия.

Предметом изучения информационной логистики является оптимизация информационных потоковых процессов. Оптимизация осуществляется (глобальная) сквозная с позиции логистической системы как на микро-, так и на макроуровне как единой целой материалопроводящей среды. Логистический информационный поток включает в себя данные о поступлении материального потока на предприятие, его передачу, обработку информации, сопровождающей движение материального потока в процессе его обработки, превращения в готовую продукцию и ее реализации.

Информационные ресурсы логистики

Любая производственно – хозяйственная деятельность должна управлять потоковыми процессами относительно пяти ресурсов:

- трудовых;
- материальных;
- технических (включая оборудование и энергию);
- финансовых;
- информационных.

Современные аналитики процесс управления материальными потоками трактуют как процесс управления информационными ресурсами, которым отведено место концептуального ресурса.

Содержание информационного ресурса представляет цепь, состоящая из «данных», «информации» и «знаний». Дадим определение этим понятиям.

Данные – это первичные сведения, факты, получаемые в результате прямого наблюдения за событием в каком-либо объекте, и их количественные и качественные показатели, отражение окружающей действительности.

В широком понимании *данные* представляют собой факты, текст, графики, картинки, звуки, аналоговые или цифровые видеосегменты.

Данные могут быть получены в результате измерений, экспериментов, арифметических и логических операций.

Форма представления данных должны быть пригодными для хранения, передачи и обработки.

Иными словами, ***данные*** – это по своей сути объективный необработанный материал, извлекаемые из процесса, операции, объекта поставщиками *данных* и используемый потребителями для формирования логистической информации на их основе.

Информация – это сведения, полученные после соответствующей обработки данных, которые раскрывают содержание чисел, символов или слов, описывающих то или иное событие, процесс, объект. Другими словами, информация – это интерпретированные данные независимо от формы их представления, циркулирующие в каналах коммуникации логистических систем.

Информация является производным от данных, т. е. ее объективность зависит от адекватности методов обработки данных, носит субъективный характер. Для повышения объективности информации, она должна обладать такими свойствами как полнота, достоверность, актуальность, ценность, ясность, доступность.

Знания – высшая форма проявления данных и информации, систематизированная, интерпретированная, упорядоченная информация, оформленная согласно определённым крите-

риям и с учётом путей наилучшего её использования для достижения конкретных целей.

Однако создание знаний неосуществимо без интеллектуального моделирования, а существование знаний невозможно вне существования человека.

По определению Денхема Грэя, "знания" – это абсолютное использование информации и данных, совместно с потенциалом практического опыта людей, способностями, идеями, интуицией, убежденностью и мотивациями". Знания имеют определенные свойства, которые отличают их от информации. Это его структурированность, т. е. знания должны быть "разложены по полочкам» и отвечать определенным требованиям как удобство доступа и усвоения, лаконичность, непротиворечивость. Для получения ценных знаний необходимы качественные процедуры обработки. Процесс перехода от данных к знаниям в логистике, как и в других областях, использующие данный ресурс занимает много времени и стоит дорого.

Знания не только в логистике но и в современной экономике являются самым ценным активом, потому что сегодня на рынке успешно реализуется только высококачественная продукция, произведенная с меньшими затратами и раньше конкурентов. Конкурентоспособность на внутренних и внешних рынках, в управлении цепями поставок обеспечивают экспертные знания. Концепцией в современном логистическом менеджменте должен быть знаменитый афоризм известного философа Фрэнсиса Бэкона, который еще в XVII в. утверждал: «Знание – сила».

Наличие информации – необходимое условие возникновения нового знания, но не достаточное. Кроме того, нужно научить людей извлекать знания из имеющейся информации, перерабатывать их и генерировать новые. Но и это еще полдела, далее следует обучить их формировать на основе новых знаний новые способности – как индивидуальные, так и организационные.

Вопросами извлечения знаний из данных занимается теория информации, согласно которой различают три информационных фильтра и соответственно аспекты информации: синтаксический, семантический, прагматический.

1. *Синтаксический* аспект информации связан со способом ее представления. В зависимости от реального процесса, в котором участвует информация (осуществляется ее сбор, передача, преобразование, отражение, представление, ввод или вывод), она представляется в виде специальных знаков, символов.

2. *Семантический* аспект позволяет оценить смысл передаваемой информации и определяется семантическими связями между словами или другими смысловыми элементами языка.

3. *Прагматический* аспект связан с возможностью достижения поставленной цели с использованием получаемой информации. Этот аспект информации влияет на поведение потребителя. Если информация была эффективной, то поведение потребителя меняется в желаемом направлении, т. е. информация имеет прагматическое содержание. Таким образом, этот аспект характеризует поведенческую сторону проблемы. Для извлечения прагматической информации в логистике больше опираются на эвристические знания, чем на формализованные знания. Современные технологий в этом плане предлагают различные экспертные системы.

Следующей важный момент при работе с информационными ресурсами в логистике является информационный процесс, при котором информация является основным объектом, подвергающийся изменениям определенной последовательностью.

Типовые функции управления информацией для трансформирования данных в информацию и знания реализуются через процессы:

- сбор информации от источника ее возникновения;
- обработка и анализ информации;
- накопление информаций и ее хранение;
- передача информации;
- творческое познание, через осмысление накопленного опыта, создание ценностей, т. е. знаний.

Контрольные вопросы:

1. Охарактеризуйте объект изучения информационной логистики.

2. Что является предметом изучения информационной логистики?

3. Перечислите информационные ресурсы логистики.

4. Опишите понятия данные, информацию, знания, их связь и отличие.

5. Для чего нужны информационные фильтры?

6. Охарактеризуйте результат синтаксического аспекта информации.

7. Что означает семантический аспект информации?

8. Что дает прагматический аспект информации?

9. Опишите типовые функции управления информацией для трансформирования данных в информацию и знания.

4.3. Принципы формирования логистической информации

Для эффективного поддерживания процесса управления и оперативного контроля на основу формирования логистической информации накладываются следующие принципы:

- доступность;
- точность;
- своевременность;
- гибкость;
- наглядность;
- оперативность реагирования на сбои и отклонения.

1. **Доступность.** Деловая информация, прежде всего, должна иметь легкость доступа. Например, любой организации постоянно нужна информация о прохождении заказов и наличии запасов. Легкость извлечения такой информации зависит от релевантности информации в базе данных, при извлечении которых из компьютерной памяти могут быть трудности, или при извлечении из бумажных носителей из-за рутинности фильтрования данных могут быть потери времени, вследствие чего и потери своевременности (актуальности) информации. От быстрого доступа к информации зависят отзывчивость к запросам потребителей и возможность совершенствования управленческих решений. Так, потребитель в любой момент вправе потре-

бовать, чтобы его оповестили о наличии запасов и перспективах исполнения его заказа. Но у доступности информации есть и другой, более общий аспект: нередко необходима информация о состоянии заказов вне связи с конкретным менеджером, клиентом или местом, где происходит обработка того или иного заказа. Дислоцированность логистических операций требует, чтобы информация была доступна для считывания и обновления из любого места диапазона поиска (в пределах страны и даже мира). Это позволяет уменьшить неопределенность хозяйственной деятельности, планирования и управления.

2. ***Точность.*** Логистическая информация должна точно отражать и текущие значения, и динамику функциональных показателей, таких как прохождение заказов и уровень запасов. Для бесперебойной работы системы логистики нужно, чтобы оценки запасов, выдаваемые информационной системой, совпадали с фактическим уровнем не менее чем на 99 %. Если такой степени точности достичь не удается, приходится держать страховые запасы, которые выполняли бы роль буфера для защиты от неопределенности. Как и в случае с доступностью, более высокая точность информации уменьшает неопределенность и потребность в запасах.

3. ***Своевременность.*** Измерением своевременности информации является промежуток времени, отсчетом которой является начало протекания события, а конечный момент, когда оно находит отражение в информационной системе. Своевременность информации важна не только для оперативного управления логистическими операциями, но и для управленческого контроля, осуществляемого на основе ежедневных или еженедельных отчетов. Своевременный контроль позволяет вносить коррективы в работу, когда еще есть время исправить ситуацию или минимизировать убытки. В конечном счете своевременная информация уменьшает неопределенность и помогает вовремя выявлять проблемы и способствует принятию более надежных решений.

4. ***Гибкость.*** Способность удовлетворять информационные потребности как пользователей, так и конечных потребителей.

Информационная система должна представлять данные в соответствии с особыми запросами потребителей.

5. ***Оперативность реагирования на сбои и отклонения.*** Несмотря на постоянное повышение уровня автоматизации информационных систем, многие из них требуют, чтобы решения в экстремальных ситуациях принимались менеджерами самостоятельно, которые опираются на эвристику при анализе ситуации. Причина в том, что предпосылки многих решений неформализованы, поэтому их принятие не может обойтись без активного участия пользователей информационной системы. Лучшие ЛИС умеют обнаруживать такие “экстренные” ситуации автоматически. Благодаря этому менеджеры имеют возможность сосредоточить внимание на наиболее трудных и не поддающихся автоматическому решению задачах.

6. ***Наглядность.*** Выходные документы и отчеты должны быть должным образом оформлены, т. е. содержать нужную информацию и в нужной форме. Любая информация, представленная графическими способами (в виде диаграмм, графиков, картинок), воспринимается гораздо информационноемко, чем просто текст. В этой связи возможности современных информационных технологий поистине безграничны. К примеру, ЛИС выдают на монитор диаграмму, отражающую наличие какого-то продукта в отдельном распределительном центре. Такая подача данных означает, что клиентам при поиске источника снабжения нужно просмотреть информацию о наличии этого продукта во всех распределительных центрах компании. Допустим, если их семь, то нужно рассмотреть и сопоставить семь диаграмм. При верном оформлении экранного изображения информация о наличии продукта во всех семи распределительных центрах будет размещена на одной картинке, что намного облегчает потребителям задачу поиска.

Рассмотрение вопросов функционирования ИТ в новой экономической среде, в которой такие понятия, как "электронный бизнес", "информационная логистика", "электронная коммерция", ресурсная концепция логистической информации и ее ключевых компетенций, анализ интегрированных ЛИС представляются в новом свете и требуют нового качественного

осмысления, позволяет под системным углом зрения оценить состояние дел по управлению предприятиями и интегрированными цепочками поставок (ИЦП) в экономике страны. Один из кардинальных путей повышения эффективности бизнеса – его автоматизация на базе использования телематики (комбинации ПК и коммуникаций), Интернет-технологий и систем электронного бизнеса.

Однако современный бизнес и открытая архитектура ИТ, основанная на Интернете, многократно увеличивают риски. Управление рисками является важнейшей особенностью в деятельности ИЦП, ориентированной на электронные системы обработки данных и интегрированную логистику.

Подытоживая понятие формирования и роли информации в логистике, можно утверждать, что информационный ресурс при эффективном его использовании является одним из ключевых факторов сохранения конкурентоспособности. В рационально организованной логистической информационной системе информация должна являться своевременной легкодоступной, точной. К тому же система должна быстро реагировать на сбои, быть гибкой и выдавать информацию в удобной для использования форме. Содержание информационной логистики заключается в разработке ЛИС на основе встроенных в нее системных алгоритмов решения логистических задач, позволяющей выбирать лучший (с точки зрения "безопасности") вариант функционирования интегрированных цепей поставок для достижения стратегических и оперативных целей. Конкурентоспособность в настоящем и в будущем обеспечит лишь информационная система, которая способна предоставить информационную поддержку не только базовых логистических операций, но и управленческого контроля, анализа оперативных решений и стратегического планирования, что соответствует понятию иерархии информационных решений в логистике.

Контрольные вопросы:

1. Какие принципы накладываются в основу формирования логистической информаций?

2. Что такое доступность информации?
3. Что означает точность, своевременность, гибкость информации?
4. Чем измеряется своевременность информации?
5. Оперативность реагирования на сбои и отклонения информационных систем.
6. Как нужно представить информационноемкие отчеты?
7. Охарактеризуйте понятие «открытая архитектура ИТ».
8. Почему информация является ключевым факторам сохранения конкурентоспособности предприятия?

4.4. Иерархия информационных решений в логистике

Из-за сложности логистической системы при анализе процесса управления осуществляют декомпозицию системы на части по различным характерным признакам, это:

- временный;
- пространственный;
- функциональный;
- ситуационный;
- информационный.

Рассмотрим суть информационной иерархии, которая имеет решающее значение при определении состава информационных решений с учетом специфики логистических систем. В основе деления на уровни лежат оперативность и структурированность информации. Именно через эти характеристики прослеживается иерархия информации по уровням управления в информационном менеджменте, часть содержания которого составляет логистическая информация.

На первом уровне хранится и обрабатывается повторяющаяся, часто обновляющаяся информация, необходимая для повседневной деятельности, т. е. для оперативного управления, где имеет место хорошая структура информации и соответственно информационная модель. Следующий уровень характеризуется наличием более обобщенной информации, используемой не так часто, где информация не так хорошо структурирована по сравнению с первым уровнем. Информация группируется по функ-

циональным областям и применяется для поддержки принятия решения по управлению производством. На верхнем уровне хранится и обрабатывается стратегическая информация для долгосрочного планирования, здесь у информации структура вообще отсутствует, нет возможности построения информационной модели. Характерные черты этого уровня – высокая степень обобщенности, неповторяемость, непредсказуемость и редкое использование, где принятие решения возлагается на человека.

Реализация информационных решений по иерархическим уровням осуществляется с помощью информационных систем. В логистике главной задачей информационных систем является интеграция и координация процессов в логистической цепи. Четыре уровня информационного обеспечения осуществляют интеграцию процесса прохождения материального потока и его логистику:

- обслуживание сделок (выполнение логистических функций и операции);
- управленческий контроль;
- анализ решений;
- стратегическое планирование.

Иерархия информационных решений в логистике на каждом уровне можно представить в виде пирамиды следующем образом (рис. 4.1) [2].

Первый уровень иерархии – система обслуживания сделок, где функциональный цикл исполнения заказа поддерживается серией информационных операций. Систему обслуживания сделок отличают формализованный порядок действий, межфункциональные взаимосвязи, большие объемы работы и оперативное реагирование на качественное выполнение повседневных задач. Это уровень, где производительность информационной системы высокая и автоматизация логистических операции соответствует требованиям оперативности логистического сервиса.



Рис. 4.1. Иерархия информационных решений в логистике

Задачи управленческого контроля, составляющего второй уровень иерархии – оценка результатов деятельности и соответствующая отчетность. Оценка результатов служит инструментом обратной связи, благодаря которому руководство может судить о том, насколько уровень логистического сервиса и использования ресурсов соответствует поставленным целям. В силу этого для управленческого контроля характерны четкие критерии оценки с ориентацией на тактические решения и межфункциональные взаимодействия. На этом строится оценка прошлых результатов и альтернативных вариантов развития. Содержание критериев оценки обычно составляют показатели финансовой деятельности, уровня обслуживания потребителей, производительности и качества. В частности, это могут быть такие специфические критерии, как транспортные или складские расходы грузовой единицы (стоимостный показатель), показатель эффективности использования активов (оборачиваемость запасов), показатель уровня сервиса по одному заказу – норма насыщения спроса, показатель производительности – число обработанных грузовых упаковок за рабочий час, и как

показатель качества – удовлетворенность потребителей исполнением заказов.

Хороша та информационная система, которая не только выдает отчеты, содержащие оценку достигнутых результатов, но и умеет обнаруживать исключительные (экстренные) ситуации, требующие особого внимания менеджеров, т. е. выдача управленческой информации, необходимой для выявления потенциальных проблем с исполнением заказов. Например, предсказание возможного дефицита запасов.

В логистическом сервисе не вся деятельность имеет четкие оценочные критерии, особенно это относится к показателям уровня и качества сервиса, которые зависят как от внутренних (более доступных), так и от внешних (менее доступных) данных.

Анализ решений задач третьего уровень иерархии служит для оценки возможных последствий принимаемых решений и тем самым помогает менеджерам выявлять, анализировать и сопоставлять стратегические и тактические альтернативы в логистике. Типичные объекты анализа на этом уровне – маршруты и графики движения транспортных средств, управление запасами, размещение инфраструктурных подразделений логистики, издержки и выгоды различных конфигураций логистической сети.

Перед информационной системой на этом уровне стоят задачи поддержание баз данных, создание транзакции в соответствии с изменениями в процессе логистической деятельности, моделирование, анализ и окончательная оценка (в форме отчета или справки) множества альтернативных решений. Анализ решений, как и управленческий контроль, имеет тактическую направленность, но только в данном случае оценке подвергаются будущие тактические решения. Анализ решений должен быть гибким, для чего необходимо исследовать множество разнообразных вариантов.

Информационная поддержка разработки и совершенствования логистической стратегии осуществляется на высшем уровне. Принимаемые здесь решения нередко представляют собой естественное продолжение решений предыдущего уровня, но при этом носят более общий, менее структурированный и

более долгосрочный характер. Для стратегического планирования требуется информация всех предыдущих уровней, которая должна находить воплощение в хозяйственных планах различных подразделений и в разнообразных моделях принятия решений, на основании чего можно оценивать и сопоставлять альтернативные стратегии.

Все вышесказанное хорошо демонстрирует рис. 4.2, который предлагают специалисты процессного подхода информационного менеджмента [39].

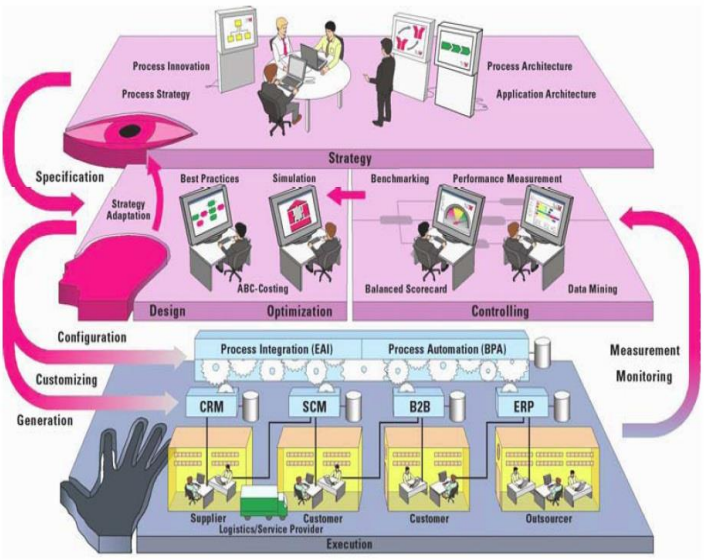


Рис. 4.2. Процессный подход иерархии информационных решений

Контрольные вопросы:

1. Опишите цель декомпозиции логистической системы информационной иерархии в информационном менеджменте логистического сервиса.
2. Дайте характеристику задачам первого уровня информационной пирамиды.
3. Опишите задачи тактического уровня информационной пирамиды.

4. На каком уровне информационной пирамиды решаются задачи стратегического планирования?

5. Дайте характеристику информации первого уровня?

6. Что означает понятие «структура информации»?

7. На каком уровне информационной пирамиды принимаются решения тактического плана?

8. Опишите уровни информационной пирамиды.

4.5. Кибернетический подход в информационной логистике

4.5.1. Основные понятия кибернетики

Логистическая система, будучи динамической системой, является объектом изучения кибернетики, которая с помощью информационных процессов осуществляет управление ими, т. е. изучает и анализирует логистическую систему на основе кибернетического подхода [28].

Современное логистическое управление предприятием это управление цепями поставок, которое не ограничивается внутренним управлением экономикой предприятия, а охватывает хозяйственные связи между поставщиками, производителями и потребителями. Управление предприятием с точки зрения системного анализа и кибернетики с новой структурой информационных ресурсов на основе информационных процессов – будущее информационной логистики.

Цель кибернетического подхода в логистике – применение кибернетических принципов, методов и технических средств для достижения наиболее эффективных результатов логистического, иначе говоря, оптимизирующего управления, с получением эффекта синергии.

Система с точки зрения кибернетики – это множество элементов, соединенных между собой цепью причинно-следственной зависимости. Такое соединение получило название "связь", суть которого с помощью выявления прямых и об-

ратных связей, рассмотрения элементов системы как некоторых "черных ящиков".

Системный подход в логистике предполагает разработку комплексов моделей, характеризующих решаемую проблему со всех сторон. Используя комплекс моделей, можно имитировать функционирование экономических систем, следовательно, и логистических систем. С помощью имитационного моделирования можно осуществлять научное управление логическими системами, учитывая специфические особенности, обусловленные тем, что неотъемлемая их часть – человек.

Базовые понятия кибернетики: система, обратная связь, информация, а инструментарии – программно-технический комплекс, который получил название ***информационные системы.***

Информационная система – взаимосвязанная совокупность средств, методов, персонала, используемых для хранения, обработки и выдачи информации в интересах достижения поставленной цели, в данной ситуации обеспечение конкурентного преимущества предприятия. А информационная система, предназначенная для управления логистическими процессами предприятия, получило название ***логистические ИС***, главная цель ее – производство профессиональной информации.

Элементами информационной системы, в т. ч. и ЛИС, являются компьютеры, компьютерные сети, люди, информационное и программное обеспечение.

Логистическую систему можно рассматривать как кибернетическую модель. Во-первых, объектами изучения информационной логистики являются информационный поток и информационные процессы, связанные с его обработкой. Во-вторых, в кибернетическом подходе способ представления логистических моделей опирается на известное положение, что всем объектам производственно-коммерческой деятельности присуще динамизм: движение, изменение, процессы.

Основными элементами логистической системы с точки зрения кибернетического подхода являются:

- процесс, в котором оптимально преобразуются потоки ресурсов в готовый продукт;

- вход;
- выход;
- обратная связь;
- ограничения, которые состоят из целей системы и так называемых принуждающих связей.

В информационной трактовке кибернетического подхода управление в логистических системах рассматривается, прежде всего, как процесс преобразования информации: информация об объекте управления воспринимается управляющей системой, перерабатывается в соответствии с целью управления и в виде управляющих воздействий передается на объект управления.

Процессы получения, передачи и хранения определяются понятием ***"связь"***. Процесс переработки определяется понятием управления. Если система в состоянии воспринимать и использовать информацию о результатах своего функционирования, то говорят, что она обладает обратной связью.

Переработка информации, идущей по каналам обратной связи, в сигналы, корректирующие деятельность системы, называется ***регулированием***.

4.5.2. Кибернетическая модель логистической системы

Для эффективного применения кибернетического подхода в логистике очень важны понятия – "регулирование" и "обратная связь". Тогда кибернетическую модель логистической системы в форме контура управления с обратной связью (для регулирования поведение системы) можно представить в виде (рис. 4.3) [29].



Рис. 4.3. Кибернетическая модель логистической системы

Этот контур преобразовывает входные данные в зависимости от своего состояния, вырабатывает новые величины, влияющие на внешнюю среду.

Суть использования приведенного контура управления для анализа логистической системы заключается в классификации показателей системы: 1. описывающих внутреннее состояние системы (стоимость основных и оборотных фондов логистической системы или показатели логистических подсистем, хранящихся в памяти ЭВМ: данные о загрузке станков, данные о материалах, запасах, наличии транспорта, складских помещений и т. д.); 2. Выработанные системой показатели, влияющие на внешнюю среду (объём выпуска, номенклатура продукции, прибыль фирмы и др.).

Показатели, отличающие логистическую система от других, – это названия входящих в неё объектов (качественные характеристики) и их производственно-коммерческие данные (количественные характеристики).

Для описания входных, выходных, внутренних состоянии системы с показателями X_K равным m ($1 \le k \le m$), где каждый показатель принимает только числовое значение, то у системы должен быть задан m-мерный вектор входов:

$$X = (x_1, x_2, ..., x_m).$$

Но для реальных систем показатель может быть неким объектом, состояние которого должно быть описано через набор показателей, т. е. нужно задать кортеж:

$$X = < X_1 \quad X_2, ..., Xm >.$$

Полностью охарактеризовать логистическую кибернетическую (управляемую) систему в определенный момент времени можно заданием трёх кортежей X, У, Z через множества: входов системы X, возможных выходов системы У, возможных показателей внутреннего состояния логистической системы Z, причем X_i – i-тый входной показатель, Уi – i-ый выходной показатель, Zj – j-ый показатель внутреннего состояния системы. Заметим, что эти три кортежа сами являются кортежем h.

$$h = < x,y,z >.$$

Очевидно, что h есть элемент множества H, которое само является прямым декартовым произведением трех множеств X, Y, Z.

$$H = XYZ .$$

Итак, это описание является кибернетической моделью системы, описанный кортеж (вектор) называется ***портретом системы***, который состоит из показателей входа, выхода и внутреннего состояния.

Обратная связь осуществляется через корректировки состояния системы со входами ΔX (см. рис. 4.3).

Контрольные вопросы:

1. Опишите основные элементы логистической системы с точки зрения кибернетического подхода.
2. Какова цель кибернетического подхода в логистике?
3. Как осуществляется научное управление логическими системами?
4. Опишите базовые понятия кибернетики.
5. Информационная система с точки зрения кибернетического подхода.
6. Перечислите элементы информационной системы.
7. Как осуществляется регулирование системы в кибернетике?
8. Дайте характеристику кибернетической модели логистической системы.
9. Опишите контур управления для анализа логистической системы.
10. Что такое кортеж показателя системы?

4.6. Информационные потоки в логистике

4.6.1. Понятие информационных потоков в логистике

Как уже отмечалось в пункте 4.2, информационный поток и информационные процессы являются ключевыми понятиями

при управлении материальными потоками, содержание которых составляет логистическая информация.

Логистическая информация – это целенаправленно собираемые сведения, необходимые для обеспечения процесса управления логистической системой предприятия.

Информационный поток – это совокупность сообщений в логистической системе, циркулирующих между логистической системой и внешней средой, которые необходимы для управления, регулирования и контроля логистических операций.

Информационное обеспечение логистики на предприятии является частью информационного менеджмента, представляет собой деятельность по прогнозу, переработке, учету и анализу информации и является интегрирующим инструментом системного управления элементами логистической системы. Кибернетическим решением этой задачи является проектирование базы данных, основанной на структуре данных, которая отражает логистический процесс, т. е. является информационной моделью логистической системы.

Логистический информационный поток – сложившееся или организованное в пределах логистической информационной системы движение информационного потока, у которого есть общий источник и общий приемник. Например, это сведения, передаваемые из одного звена логистической системы (отдел закупок) – источника в другое (производственный отдел) – адресат. Информационный поток проходит в тех звеньях предприятия, через которых проходит материальный поток. Например, для интеграции деятельности отдела закупок и производственного отдела предприятия поток логистической информации проходит следующие модули:

- получение заказов;
- обработку заказов;
- транспортировку и грузопереработку (отгрузку);
- распределение;
- управление запасами.

Файлы содержат данные и информацию, обеспечивающие межфункциональное взаимодействие внутри логистической системы. Например, база данных, служащая для информационной

поддержки операций распределения, состоит из следующих файлов:

- данные о заказах;
- данные о запасах и складском хозяйстве;
- данные учета дебиторской задолженности;
- данные о плановых потребностях распределения.

Одно из достоинств информационных систем – информационное сопровождение логистических операций в виде отчетов, состоящих из многочисленных обобщенных, детализированных и особых справок. Движение информационного потока, связывающее между собой все эти компоненты, происходит по коммуникационным каналам.

Логистические информационные потоки характеризуются:

- неоднородностью (информация, используемая в логистических системах, качественно разнородна);
- множественностью подразделений – поставщиков и потребителей информации;
- сложностью информационных маршрутов;
- множественностью числа передач единиц документации по каждому маршруту;
- многовариантностью оптимизации информационных потоков.

4.6.2. Взаимодействие материального и информационного потоков

Естественным утверждением является постулат о генерации информационного потока материальным потоком. Однако современные информационно-антропогенные технологии изменили последовательность взаимодействия материального и информационного потоков, и в настоящее время различают три варианта их взаимодействия.

1. Информационный поток опережает материальный. В этом случае от информационного потока поступают сведения о достижении материальных потоков (прямое направление) или он содержит сведения о заказе (встречное направление).

2. Синхронные материальные потоки и потоки информации. В сопровождающем потоке информации идут сведения о количественных и качественных параметрах материальных потоков, что позволяет правильно и быстро оценивать их состояние и принимать необходимые регулирующие решения.

3. Отстающий от материального потока поток информации. Цель такого взаимодействия – оценка результатов.

Логистические компании очень тесно связаны с потребительским рынком – это грузоперевозки, доставка продуктовых и промышленных товаров, склады, в т. ч. и оптовые, мелкооптовые, а это малый бизнес, и соответственно реклама очень актуальна не только на больших стендах, но и на информационных досках, листовки в почтовых ящиках и т. д.

Реклама в логистике – важная составляющая в накоплении клиентской базы, репутации, а, соответственно, долголетия и процветания бизнеса.

Варианты взаимодействия логистических информационных потоков и их особенности говорят о их сложной структуре, для управления которыми необходимо провести классификацию, отражающую их природу.

По отношению к логистической системе потоки делятся:

• на внутренние и внешние (соответственно циркулирующие внутри логистической системы или между логистической системой и внешней средой);

• на горизонтальные, относящиеся к одному уровню иерархии логистической системы, и вертикальные – от верхнего уровня логистического менеджмента к низшему;

• на входные и выходные – по отношению к входу-выходу логистической системы.

По виду носителей информации наиболее распространенными являются потоки на бумажных носителях (документы), а при использовании компьютерных технологий обработки информации – на магнитных носителях, в виде электронных видеограмм и т. п.

По времени возникновения информации различают регулярные (стационарные) потоки, соответствующие регламентированной по времени передаче данных, периодические (с жестким

ограничением на время передачи) и оперативные потоки, обеспечивающие связь абонентов в интерактивном и диалоговом режимах on-line и off-line.

В зависимости от назначения выделяют директивные (управляющие) информационные потоки, потоки нормативно-справочной информации, информации для учета и анализа при принятии решений и вспомогательные информационные потоки.

По степени открытости и степени значимости различают открытые, закрытые, коммерческие, секретные (конфиденциальные), простые и заказные информационные потоки.

Отсутствие необходимой логистической информации, использование неточных или неактуальных данных может стать причиной серьезных просчетов. Цель использования информации – уменьшение неопределенности при принятии управленческих решений.

Основные причины всевозрастающей роли информационных потоков в современной логистике обусловлено следующими основными причинами.

1. Для потребителя информация о статусе заказа, наличии товара, сроках поставки, отгрузочных документах и т. п. является необходимым элементом потребительского логистического сервиса.

2. С позиций управления запасами в логистической цепи наличие полной и достоверной информации о ситуации на рынке позволяет сократить потребность в запасах и трудовых ресурсах за счет уменьшения неопределенности в спросе.

3. Информация увеличивает гибкость логистической системы с точки зрения того, что оперативно полученная и правильно обработанная информация дает возможность определить источники повышения конкурентоспособности предприятия.

Управление информационным потоком осуществляется через его характеристики: источник возникновения; направление движения потока; скорость передачи и приема; объем, интенсивность потока и др., следовательно, можно изменять направление потока; варьировать скорость передачи до соответствующей скорости приема; ограничивать объем потока до величины пропускной способности отдельного узла или участка пути.

4.6.3. Классификация логистических информационных потоков

Естетвеннная структура логистичсеского информационного потока, вытекающая из особенностей и вариантов взаимодействия информационных потоков предпологает деление их на множества и подмножеста (по фасетам).

Для раскрытия сущности логистических информационных потоков первым шагом к классификации является группировка по видам деятельности (или по функциям).

Укрупненная любая логистическая система состоит из трех основных (закупка, управление производственными запасами, сбыт готовой продукции) и трех обеспечивающих (финансы, сервис, информация) функции. Следовательно, первый классификационный признак – общность функционального назначения. Следующий признак классификации – вид документального сопровождения, т. к. информационный поток состоит из определенного, строго регламентированного вида документа (накладные, счета-фактуры, приказы и т. д.). Сами документы могут быть сгруппированы по видам: распорядительные (приказы, распоряжения), организационные (инструкции, протоколы, положения), аналитические (обзоры, сводки, докладные записки), справочные (справки) и технические (ЕСКД, ЕСТД, документация по технической безопасности). Направление по отношению к звеньям ЛИС разделяет логистические информационные потоки на входные (поступают в структурное подразделение извне), выходные (передаются из данного структурного подразделения вовне) и внутренние (обращаются только внутри рассматриваемого логистического объекта). Следует отметить, что в зависимости от уровня иерархии логистической системы информационный поток может быть внутренним, если его рассматривать на уровне всей организации в целом, и входным или выходным для какого-либо звена (склада, отдела материально-технического снабжения и пр.) логистической системы.

Транзакция (передача и прием) информационных потоков осуществляются с помощью носителей: памяти человека, документа, магнитного носителя, устной речи и т. п. Носитель информации – это любое материальное средство, фиксирующее

информацию. По виду носителя информации логистические информационные потоки могут быть поделены: на речевые, бумажные, электронные, смешанные. Для регистрации информации с реквизитами используются бумажные и электронные носители. Реквизит документа разрешает степень защиты информационного потока по его уровням доступности. Перечень электронных носителей весьма разнообразен, их название в некоторой степени условно и обозначает совокупность средств, использующих для передачи информации по коммуникационным каналам компьютерных систем. Это современные технические средства хранения информации на внешней памяти компьютера, у которых большая память и высокая скорость доступа.

Для того чтобы человек мог воспринять любой вид информации, должна быть осуществлена ее индикация. В зависимости от индикации информационные потоки делятся: на цифровые (цифровая запись в документе, цифровое изображение на мониторе), алфавитные (словесная запись в документе, на экране монитора), символические (условное изображение на чертежах, организационных схемах), предметно-визуальные (телеизображение, фотография).

Структура информационных потоков определяет их однородность и неоднородность. Однородные информационные потоки характеризуются единым видом носителя, единой функциональной принадлежностью, единым видом документационного сопровождения. Неоднородные информационные потоки соответственно не отвечают всем вышеперечисленным требованиям.

По периодичности информационные потоки делятся на регулярные, соответствующие регламентированной во времени передаче данных, и оперативные, обеспечивающие связь в любой необходимый момент времени. Информационные потоки, обеспечивающие связь абонентов в интерактивном и диалоговом режимах по международной терминологии, называются on-line и off-line.

По степени взаимосвязи информационные потоки делятся на взаимосвязанные и невзаимосвязанные. Степень взаимосвязи характеризуется количеством видов информации, взаимосвязанных с данным видом информации. Взаимосвязанными видами

информации в потоке являются, например, исходная (направленная от объекта управления к системе управления) и производная информация.

По объему информационные потоки делятся на малообъемные, среднеобъемные и высокообъемные. Объем информации измеряется количеством символов (алфавитных, цифровых и служебных знаков) или байтов.

При обработке информационного потока играет роль объем информации, отнесенный к единице времени, называемый плотностью соответствующего потока информации. По плотности информационные потоки делятся на малоинтенсивные (до 1 Мбит/с), среднеинтенсивные (1–2 Мбит/с), высокоинтенсивные (свыше 2 Мбит/с).

Степень использования потока информации характеризуется:

- отношением однократно используемой информации к общему объему используемой информации (однократно используемые, многократно используемые информационные потоки);
- отношением используемой информации ко всему объему полученной и образованной информации (мало используемые и неиспользуемые информационные потоки).

Внутренняя и внешняя информация может носить различный характер в зависимости от периодичности возникновения, назначения и отношения к обработке.

По периодичности возникновения информацию делят на постоянную, переменную и эпизодическую.

Постоянная информация отражает неизменные на протяжении длительного времени факторы макрологистической среды.

Переменная информация – это фактические качественные и количественные характеристики функционирования объекта логистики.

Эпизодическая информация формируется по мере надобности, когда нужно решить ту или иную логистическую проблему.

По назначению информация делится на справочную, рекомендательную, нормативную, сигнальную.

Справочная информация носит ознакомительный характер, отражает относительно стабильные признаки объектов логистики и представляется в виде системы справочников, касающихся

предприятий, технико-эксплуатационных характеристик продукции, цен, тарифов и т. п.

Рекомендательная информация формируется на основе специального анализа логистических систем или сведений, публикуемых в печатных изданиях. Она содержит прогнозы продаж товаров, приоритеты выбора целевых рынков, фирм-поставщиков, агентов-посредников и т. д.

Нормативная информация формируется в основном в производственной сфере и включает в себя нормы и нормативы различных элементов производства, а также нормативные законодательные акты.

Сигнальная информация возникает обычно в ходе появления отклонений фактического поведения объектов логистической деятельности от запланированного. После выявления причин отклонений для их устранения выполняются соответствующие мероприятия, отражаемые в регулирующей информации.

Залогом успешного управления логистической системой является полнота отражение и учет классификации информационного потока, циркулирующего в нем, которое позволяет при анализе и проектирований конкретных задач снижает уровень ошибочных решений.

В табл. 4.1 приведена фасетная классификация логистических информационных потоков [27].

Таблица 4.1

Фасетная классификация логистических информационных потоков

Классификационные признаки	Группировка логистических информационных потоков по признакам						
Общность функционального назначения	Закупочные	Транспортные	Складские	Производственные	Сбытовые	Сервисные	Финансовые
Вид документационного сопровождения	Организационные	Распорядительные	Справочные	Аналитические	Экономические	Научные	Технические
Направление по отношению к звеньям ЛИС	Входные		Выходные		Внутренние		
Вид носителя информации	Бумажные		Электронные		Смешанные		
Индикация	Цифровые	Алфавитные	Символические	Предметно-визуальные			
Структура	Однородные		Неоднородные				
Периодичность	Регулярные	Оперативные	Случайные	Off- line	On-line		
Степень взаимосвязи	Взаимосвязанные		Невзаимосвязанные				
Объем	Малообъемные (до 3 Кб)		Среднеобъемные (до 500 Кб)		Высокообъемные (свыше 500 Кб)		
Плотность	Малоинтенсивные (до 1 Мбит/с)		Среднеинтенсивные (1—2 Мбит/с)		Высокоинтенсивные (свыше 2 Мбит/с)		
Метод образования	Первичные		Производные				
Степень использования	Однократно используемые	Многократно используемые	Мало используемые	Неиспользуемые			

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение логистической информации, чем она отличается от экономической информации?
2. Дайте определение информационному потоку.
3. Опишите содержание модулей интеграции деятельности отдела закупок и производственного отдела предприятия.
4. Опишите суть информационной поддержки операций распределения.
5. Характеристики логистических информационных потоков.
6. Раскройте сущность вариантов взаимодействия материального и информационного потоков.
7. Деление потоков по отношению к логистической системе.
8. Какие характеристики информационного потока позволяют управлять им?
9. Документы логистики сгруппируются по видам…
10. Как осуществляется транзакция (передача и прием) информационных потоков?
11. В зависимости от индикации информационные потоки делятся на…
12. Как определяется плотность потока информации.
13. Опишите фасетную классификацию логистических информационных потоков.

4.7. Методы исследования логистических информационных потоков

Обработка и управление больших объемов информационных потоков задача трудоемкая и рутинная. Наукой и практикой выработан информационно-антропогенный методический аппарат для систематизации и проектирования таких потоков. Существующие в данной области методы научного исследования характеризуются чрезмерной сложностью, что в значительной степени затрудняет его практическую реализацию. Однако современные информационные технологии позволяют быстро обрабатывать большие объемы информации, а в отдельных случа-

ях сформировывать прагматичный результат через моделирование готовых управленческих решений. Методов очень много, но какие из этого многообразия выгодно использовать для исследования логистических информационных потоков с учетом их специфики? Совокупность методов анализа и проектирования информационных потоков по рекомендации [27] сгруппированы в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Совокупность методов анализа и проектирования информационных потоков

<table>
<tr><td>Наименование группы методов</td><td colspan="7">Виды и разновидности методов в данной группе</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Методы визуального исследования</td><td rowspan="2">Графический метод</td><td colspan="4">Методы с использованием теории графов</td><td colspan="2" rowspan="2">Метод схем информационных связей</td></tr>
<tr><td>Сетевой график</td><td colspan="2">Графо-аналитический метод</td><td>Метод описания потоков информации с помощью графов типа “дерево”</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Аналитические методы</td><td rowspan="2">Функционально -операционный анализ</td><td colspan="4">Метод семиотического анализа</td><td rowspan="2">Метод реквизитов</td><td rowspan="2">Модуль - метод</td></tr>
<tr><td>Метод синтаксического анализа</td><td colspan="2">Метод прагматического анализа</td><td>Метод семантического анализа</td></tr>
<tr><td>Имитационные методы</td><td colspan="3">Матричное моделирование</td><td colspan="4">Транспортное моделирование</td></tr>
</table>

Этап оценки заключается в анализе и собственно оценке вариантов состава и движения информационных потоков. Он состоит из двух подэтапов:

1.анализ вариантов информационного потока, который проводится рассмотренными выше методами;

2. оценка вариантов информационного потока на производительность, преимущества и недостатки, издержки и прибыль. Это может быть анализ размера прибыли или просто баланс аргументов «за» и «против». Если найден вариант, отвечающий поставленным целям, приступают к внедрению и тестированию процесса.

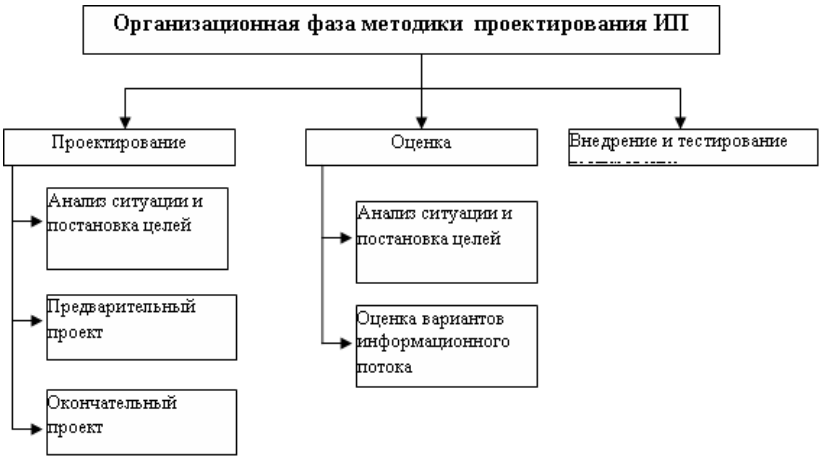


Рис. 4.4. Организационная фаза методики проектирования информационного потока

Этап внедрения и тестирования направлен на решение следующих задач:

1. Создание необходимых технических и программных предпосылок системы;

2. Включение решения по информационному потоку в систему сервера и отдельных рабочих станций;

3. Тесты процесса, выявление технических и концептуальных ошибок. В первом случае это проверка результатов внедрения (работает ли процесс действительно так, как он был задуман), во втором – поиск логических ошибок (соответствует ли в действительности общее решение спроектированной организации процесса).

Схематично организационная фаза методики построения информационного обеспечения выглядит следующим образом (рис. 4.4).

Перечисленные выше этапы требует последовательного выполнения следующих действий:

- определение информационных объектов и субъектов;
- определение информационно-справочных данных;
- определение источников и приемников информации;

- определение документационных форм информации в соответствии со стандартом, принятым в отрасли.

Основным содержанием информации при определении потребности материально-технических ресурсов на примере закупочной логистики можно представить в виде схемы 4.5.

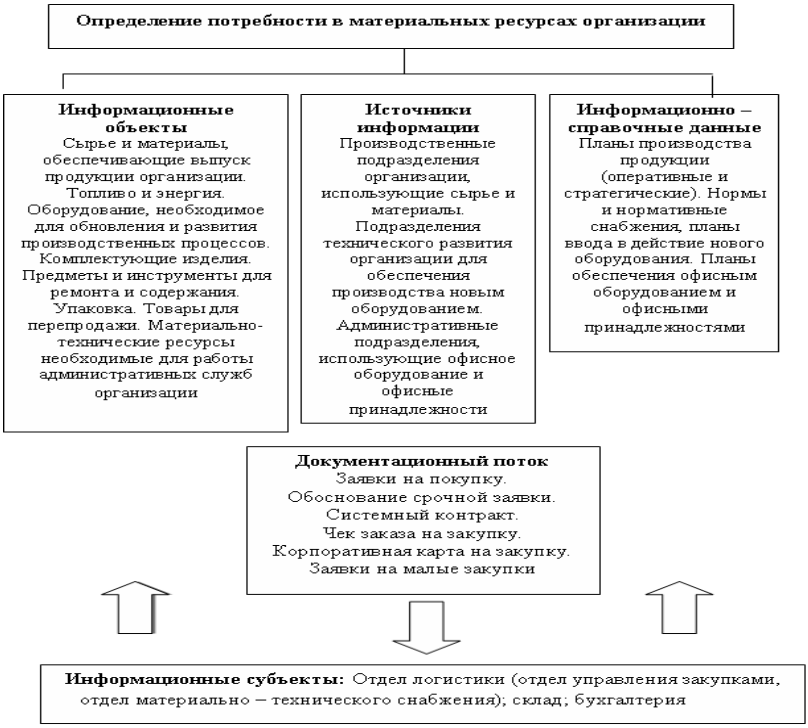


Рис. 4.5. Состав ИП процедуры определения потребности в материально-технических ресурсах организации

Контрольные вопросы:

1. Какие подэтапы входят в этап проектирования информационных потоков?
2. Опишите организационную фазу проектирования ИП.
3. Опишите этап оценки.

4. Опишите этап внедрения и тестирования.
5. Какой ИП используется для определения потребности в материальных ресурсах организации?
6. Назовите информационные объекты организации.
7. Источники информации, используемые для управления процесса закупками.
8. Для чего нужны информационно-справочные данные.
9. Перечислите документационный поток.

4.8. Логистические информационные системы

4.8.1. Понятие и методологический контур ЛИС

Логистические информационные системы (ЛИС), как и другие информационные системы, являются целостным комплексом программно-технических средств и регламентов их функционирования для создания интегрированного информационного пространства и обеспечения эффективной деятельности логистической цепи. ЛИС от других видов информационных систем отличается высокой степенью интегрированности информационного пространства.

Современные достижения в информационном менеджменте позволяют решить стандартные задачи управления предприятием с помощью информационных систем (КИС), но ЛИС являются системой более высокого порядка, т.к. интеграция информационного пространства выходит за пределы предприятия, охватывая внешний рынок (см. рис. 4.6) [27].

Характеризуя ЛИС, можно отметить следующее:

- ЛИС является частью корпоративной информационной системы;
- ЛИС является системой более высокой степени интеграции программных решений и включает в себя корпоративную информационную систему.
- ЛИС самостоятельная структура, обособленная от других информационных систем.

Как видно на рис. 4.6, информационные потоки при организации бизнеса должны формироваться исходя из особенно-

стей производственно-хозяйственной деятельности всей цепи, по которой товар из сырья превращается в готовое изделие и затем через систему сбыта попадает к конечному потребителю.

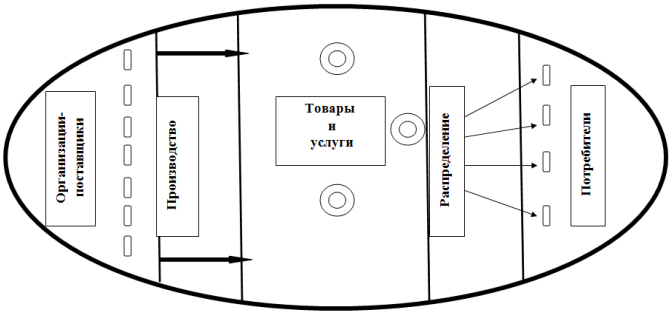


Рис. 4.6. Информационное пространство логистики

Отсюда очевидно, что ЛИС является системой более высокого порядка, чем корпоративная информационная система (КИС), т. к. включает распределение продукции, закупку сырья и материалов и их транспортировку, что выходит за рамки автоматизированных функций КИС, т. е. является более высокой степенью интеграции, чем КИС.

Эволюцию по годам методологических концепции (стандарты информационных систем), которые в зависимости от степени интеграции управляемых ресурсов имеют программно-комплексное решение в бизнесе, можно представить следующим образом (рис. 4.7). [27]

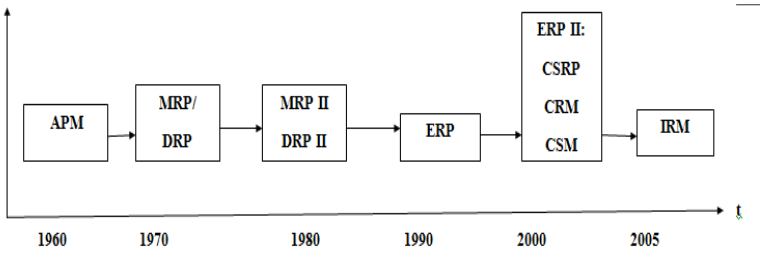


Рис. 4.7 Эволюция развития методологических концепций информационных систем по степени интеграции управляемых ресурсов

Значимым элементом любой логистической системы является подсистема, обеспечивающая прохождение и обработку информации, которая при ближайшем рассмотрении сама разворачивается в сложную информационную систему, состоящую из различных подсистем.

Так же, как и любая другая система, информационная система должна состоять из упорядоченно взаимосвязанных элементов и обладать некоторой совокупностью интегративных качеств. Существуют разные варианты декомпозиции информационных систем на составляющие элементы. Обычно информационные системы подразделяют на две подсистемы: функциональную и обеспечивающую. Обычно выделяют функциональные и обеспечивающие подсистемы. Однако в качестве третьей подсистемы можно выделить и организационную подсистему. В ее задачи входят:

- определение порядка разработки и внедрения ЛИС, ее организационной структуры, состава работников;
- регламентация процесса создания и эксплуатации ЛИС и пр.

Структура логистической информационной системы, с точки зрения деления ее на подсистемы, представлена на рис. 4.8.

Функциональная подсистема состоит из совокупности решаемых задач, т.е. логистических подсистем, сгруппированных по признаку общности цели. Подробное описание функциональных подсистем дано в разделе 4.8.2.

Характеристика элементов обеспечивающей подсистемы

1. Техническое обеспечение, т.е. совокупность технических средств, обеспечивающих обработку и передачу информационных потоков. Оно состоит из устройств - измерения, преобразования, передачи, хранения, обработки, отображения, регистрации, ввода/вывода информации, исполнительных устройств (рис.4.9).

2. Информационное обеспечение - совокупность средств и методов построения информационной базы. Оно определяет способы и формы отображения состояния объекта управления в виде данных внутри ИС, документов, графиков и сигналов вне ИС (рис.4.11). Информационное обеспечение подразделяют на внешнее и внутреннее.



Рис. 4.8. Подсистемы логистических информационных систем

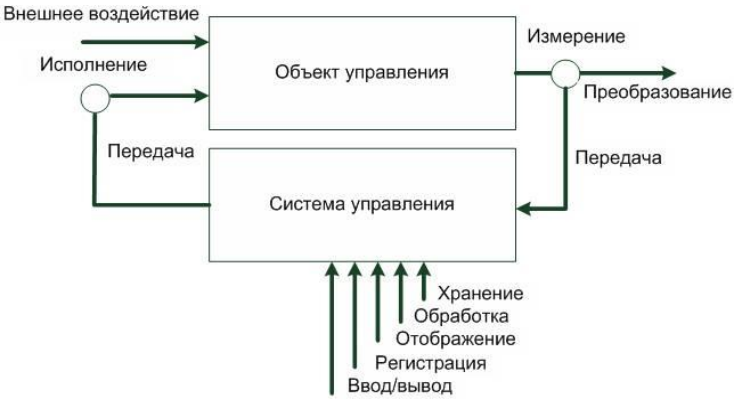


Рис. 4.9. Техническое обеспечение ЛИС



Рис. 4.10. Информационное обеспечение ЛИС

3. Математическое обеспечение (рис.4.11) состоит из алгоритмического и программного обеспечения, представляющие совокупность методов решения функциональных задач. Логистические информационные системы, как правило, представляют собой автоматизированные системы управления логистическими процессами. Поэтому математическое обеспечение в логистических информационных системах – это самостоятельные программные единицы, обеспечивающие решение задач управления материальными потоками, обработку текстов, получение справочных данных и функционирование технических средств. В свою очередь МО состоит из:

- алгоритмического обеспечения, представляющего собой совокупность математических методов, моделей и алгоритмов, используемых в системе для решения задач и обработки информации.
- программного обеспечения:
  - общего ПО (ОС, трансляторы, тесты и диагностика и др., т. е. все то, что обеспечивает работу аппаратных устройств);
  - специального ПО (прикладное ПО, обеспечивающее автоматизацию процессов управления в логистике).

4. Лингвистическое обеспечение (ЛО) представляет собой совокупность научно-технических терминов и других языковых средств, используемых в информационных системах, а также

правил формализации естественного языка, включающих в себя методы сжатия и раскрытия текстовой информации для повышения эффективности автоматизированной обработки информации.

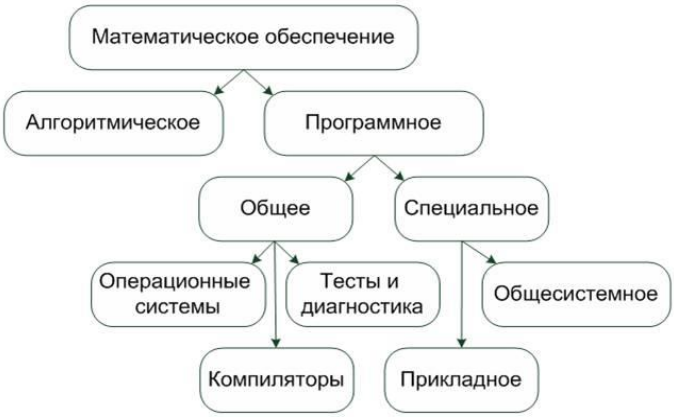


Рис. 4.11. Математическое обеспечение ЛИС

Характеристика элементов организационной подсистемы

1. Кадровое обеспечение – это совокупность методов и средств по организации и проведению обучения персонала приемам работы с ЛИС. Его целью является поддержание работоспособности ЛИС и возможности дальнейшего ее развития. Кадровое обеспечение включает в себя методику обучения, программы курсов и практических занятий, технические средства обучения и правила работы с ними и т. д.

2. Организационное обеспечение – это совокупность средств и методов организации производства и управления ими в условиях внедрения ИС.

Целью организационного обеспечения является: выбор и постановка задач управления, анализ системы управления и путей ее совершенствования, разработка решений по организации взаимодействия ЛИС и персонала, внедрение задач управления. Организационное обеспечение включает в себя методику прове-

дения работ, требования к оформлению документов, должностные инструкции и т. д.

3. Правовое обеспечение предназначено для регламентации процесса создания и эксплуатации ЛИС, которая включает в себя совокупность юридических документов с констатацией регламентных отношений по формированию, хранению, обработке промежуточной и результирующей информации системы.

4. Эргономическое обеспечение (ЭО) – это совокупность методов и средств, используемых на различных этапах разработки и функционирования ЛИС, предназначенная для создания оптимальных условий высокоэффективной деятельности человека (персонала) в ЛИС для ее быстрого освоения. К ЭО относятся: комплекс различной документации, содержащие эргономические требования к рабочим местам, информационным моделям, условиям деятельности персонала, а также способы реализации этих требований и осуществление эргономической экспертизы уровня их реализации.

Организация связей между элементами в информационных системах логистики может существенно отличаться от организации традиционных информационных систем. Это обусловлено тем, что в логистике информационные системы должны обеспечивать всестороннюю интеграцию всех элементов управления материальным потоком, их оперативное и надежное взаимодействие.

Подробнее организационная структура логистической информационной системы может быть представлена в виде схемы, адаптированной к известной структуре информационной системы в маркетинге, предложенной Ф. Котлером (рис. 4.12) [28].

Как видно из рисунка, организационная структура логистической информационной системы формируется из четырех подсистем: управления процедурами заказов, научных исследований и связи, поддержки логистических решений и генерировании выходных форм и отчетов. Эти взаимосвязанные подсистемы осуществляют информационно-компьютерную поддержку всех функций логистического управления и связь с микро- и макрологистической окружающей средой.

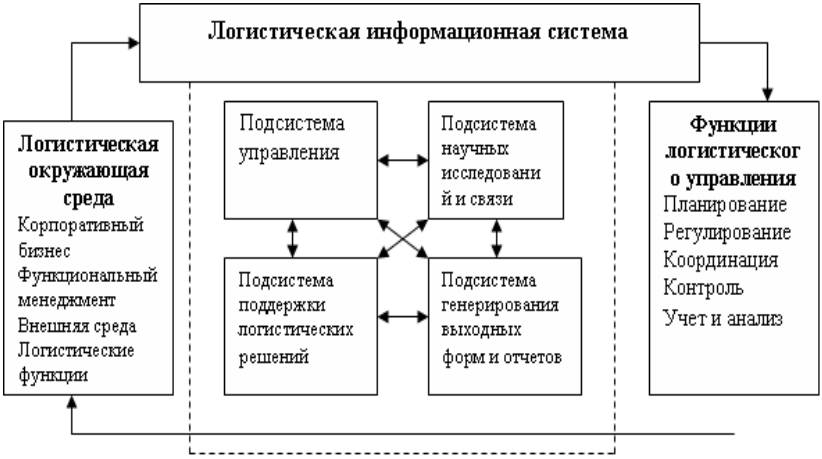


Рис. 4.12. Организационная структура логистической информационной системы

С точки зрения определения методологического контура ЛИС, важен вопрос сравнительного анализа концепций информационных систем по степени интеграции управляемых ресурсов (табл. 4.3).

Таблица 4.3

Сравнительный анализ концепций информационных систем с позиций адекватности уровню интеграции информационного пространства логистики

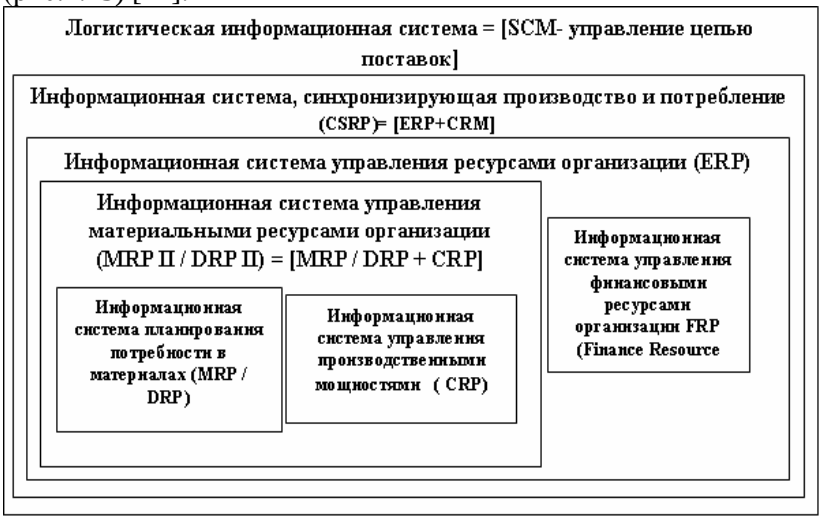
Тип концепции	**Содержание данного типа концепции**	**Оценка адекватности отражения особенностей ЛИС**
Система MRP/DRP (Material Requirements Planning/Distribution Requirements Planning)	Система автоматизации процесса планирования потребности/распределения материальных ресурсов	Не отражает требования рационального управления всеми видами ресурсов

Продолжение табл. 4.3

Тип концепции	**Содержание данного типа концепции**	**Оценка адекватности отражения особенностей ЛИС**
Система MRPII/ DRPII (Manufacturing Resources Planning/Distribution Resources Planning)	Интегрированная методология планирования/ распределения материальных и производственных ресурсов; MRP II = MRP + CRP (Capacity Requirements Planning – планирование потребности в производственных мощностях)	Не содержит анализа и планирования финансовых ресурсов организации, в силу чего нарушается комплексность охвата всех звеньев системы
Система ERP (Enterprise Resources Planning)	Интегрированная методология управления всеми ресурсами организации; ERP = MRP II + FRP (Finance Resources Planning)	Не отражает системы поставки и распределения готовой продукции за рамками организации
Система CSRP (Customer Synchronized Resources Planning)	Интегрированная методология управления ресурсами организации, синхронизированная с потребностями рынка (покупателя); CSRP= ERP+Marketing	Не включает систему межорганизационных поставок
Система CRM (Customer Relationship Planning)	Интегрированная методология управления взаимоотношениями с заказчиками (потребителями)	Не взаимоувязана с другими модулями информационной системы
Система SCM (Supply Chain Management)	Интегрированная методология управления цепочками по-	Наиболее адекватно отражает особенности ЛИС

	ставок – товар из сырья превращается в готовое изделие и затем через систему продаж попадает к конечному потребителю SCM=CSRP+поставки	
Система IRP (Intelligent Resource Planning)	Перспективная концепция, охватывающая все задачи автоматизированного управления ресурсами организаций на базе систем управления знаниями и нейронных сетей	В настоящее время не имеет программно– технологической реализации

Исходя из анализа данных табл. 4.3, можно схематично отразить методологически контур ЛИС следующим образом (рис.4.13) [27]:



ЛИС= {SCM [CSRP(ERP * CRM < MRP II * DRP II / MRP * DRP + CRP / +FRP>)]}

Рис. 4.13. Методологический контур ЛИС

4.8.2. Функциональная структура ЛИС

Определяющим фактором функциональной структуры ЛИС являются информационные потоки. Виды информационных потоков, их структура зависят от бизнес-процессов, которые протекают как в пределах бизнес-организации, так и за пределами между участниками логистической цепи. Различают два вида информационных потоков (рис. 4.14):

1) стратегический или координационный;

2) оперативный.

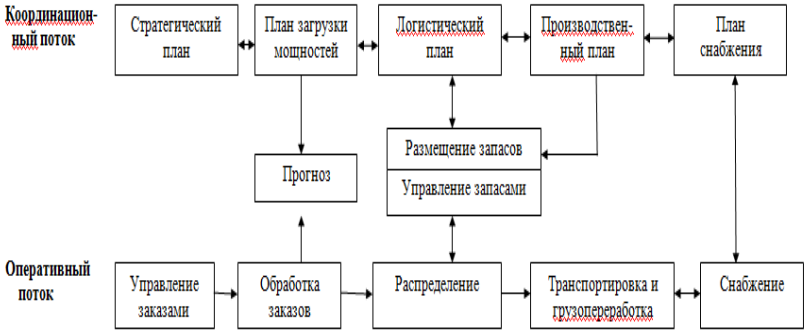


Рис. 4.14. Виды и структура информационных потоков ЛИС

Как видно на рис. 4.14, стратегический (координационный) поток включает следующие ключевые функции ЛИС:

1. стратегический план (стратегические цели);
2. план загрузки мощностей (ограничения по мощности);
3. логистический план (потребности логистики);
4. производственный план (производственные потребности);
5. план снабжения (потребности снабжения).

Рассмотрим каждую из этих функций подробнее.

Стратегические цели. Долгосрочная перспектива на 1–5 лет с последующим уточнением по годам и кварталам определяет стратегические цели любой организации. Определяющим фактором стратегии являются маркетинговая политика и ожидаемые финансовые результаты.

Объекты стратегического планирования ЛИС:

- клиентская база и целевые рынки компании;
- номенклатура продуктов и услуг (в т. ч. новых);
- финансовые стратегические цели (валовой доход, объем производства и продаж, себестоимость продуктов и услуг, уровень доступных трудовых и капитальных ресурсов).

План загрузки мощностей (ограничения по мощности). Ограничения по мощности диктуют, где, когда и сколько производить, хранить и транспортировать применительно к каждому продукту. Из-за нехватки как внутренних, так и внешних производственных, складских и транспортных ресурсов возникают ограничения по мощности, что требует планирования загрузки этих мощностей. Знание этих ограничений, сопряженных с конкретным уровнем хозяйственной активности, который установлен стратегическими целями, позволяет заранее предвидеть «узкие места» и эффективно управлять наличными ресурсами для удовлетворения рыночного спроса.

Разрешается проблема нехватки мощностей за счет приобретения необходимых ресурсов, резервирования мощностей или отсрочки производства и поставки продукции. Недостающие мощности можно приобрести не только путем покупки, но и посредством аутсорсинга. Нехватка мощностей придает стратегическим планам временные параметры, отражающие текущую ограниченность производственных, финансовых и людских ресурсов. Эти ограничения оказывают серьезное влияние на планы логистики, производства и снабжения.

Логистический план (потребности логистики). Логистические потребности увязывают между собой необходимые производственные мощности, запасы, транспортные и трудовые ресурсы. Порядок вычисления логистических потребностей показан в табл. 4.4.

Планы логистических потребностей должны составлять единое целое как с установленными ограничениями по мощности (предыдущий этап планирования/координации), так и с планами производственных потребностей (следующий этап).

Таблица 4.4

Порядок вычисления логистических потребностей

+	Прогнозы (продажи, маркетинг, ресурсы, предыдущие данные, анализ рынка и пр.)
+	Заказы потребителей (текущие заказы, предстоящие заказы постоянных клиентов, контракты)
+	Стимулирование продаж
=	Спрос на период
-	Наличные запасы
-	Плановые поступления
-	Логистические потребности за период

Только такая интеграция обеспечивает оптимальные результаты деятельности в целом. Недостаточное согласование логистических и производственных планов обычно заканчивается непредвиденным затовариванием производства.

Производственный план (производственные потребности). Производственные потребности определяют графики использования производственных ресурсов и диктуются необходимостью повседневного преодоления «узких мест» в системе управления материальными потоками. «Узкие места» возникают из-за нехватки сырья или ограниченности производственных мощностей. Производственные потребности находят воплощение в основном календарном плане производства и в плане производственных потребностей. Основной календарный план намечает объем производства на день или неделю и график загрузки оборудования. На основе календарного плана производства план производственных потребностей устанавливает график закупок и завоза сырья и материалов, необходимых для выполнения производственных графиков. Важно понимать, что хотя мы и рассматриваем потребности логистики и производства по раздельности, в реальной практике они должны быть согласованы и взаимообусловлены.

План снабжения (потребности снабжения). Потребности снабжения складываются под воздействием ограничений по мощности, потребностей логистики и производства и представляют собой долгосрочные планы пополнения запасов, поставок и

грузополучений. На основе этих планов проводят переговоры и заключают контракты о графиках поставки сырья и материалов.

Оперативный поток предполагает информационную поддержку следующих функций:

- управление заказами;
- обработка заказов;
- распределение;
- транспортировка и грузопереработка;
- снабжение.

Рассмотрим подробнее каждую функцию.

Управление заказами включает в себя прием заказов от потребителей и предоставление последним информации о текущем состоянии заказа.

Основные процедуры данной функциональной подсистемы:

- получение заказов в электронной и в бумажной форме;
- проверка платежеспособности заказчика;
- проверка наличия запасов для выполнения заказа;
- подтверждение приема заказа;
- модификация заказа;
- определение цены заказа;
- информирование заказчика о состоянии заказа;
- детализация цен и ценовых скидок;
- процедуры в связи с возвратом товара;
- сервис потребителей.

Обработка заказов. Обработка заказов заключается в распределении наличных запасов между открытыми заказами на поставки и пополнением запасов. Выделение запасов может осуществляться в режиме реального времени, т. е. по мере поступления заказов, или в пакетном режиме. Пакетный режим означает, что заказы накапливают за рабочую смену или за день и периодически обрабатывают. Работа в режиме реального времени позволяет быстрее реагировать на поступающие заказы, но когда уровень запасов невысок, пакетный режим открывает больше возможностей для контроля над ситуацией. Например, при работе в пакетном режиме можно отгружать наличные запасы со склада, а можно прямо с производства. Последний вариант повышает «отзывчивость» ЛИС к запросам потребителей, но

в то же время делает менее гибким процесс пересмотра производственных графиков.

Основные процедуры функции обработки заказов:

- подтверждение приема заказа к исполнению и уведомление об отправке;
- выделение запасов под заказ;
- оформление документов на комплектование грузовых отправок.

Распределение. Данная функция представлена теми процедурами логистики, которые ведают работой распределительных центров, включая прием продукции на хранение, перегрузку, складирование и комплектование грузов для отправки. Операции распределения в рамках распределительных центров могут осуществляться в режиме реального времени или в пакетном режиме. При работе в пакетном режиме ЛИС составляет специальные инструкции для каждого оператора подъемно-транспортного оборудования, занимающегося на складе грузопереработкой. Такие инструкции буквально по минутам расписывают, что следует сделать работнику за час или за смену. При работе в режиме реального времени используются интерактивные информационные технологии (штриховое кодирование, радиотелефонная связь, автоматизированная система грузопереработки и т. п.), позволяющие свести к минимуму временной разрыв между принятием и исполнением решения. Подобные технологии придают операциям больше гибкости и сокращают продолжительность цикла исполнения заказа.

Типичные процедуры функции распределения:

- размещение запасов по складским мощностям и контроль движением запасов;
- составление графиков работ;
- контроль над отгрузками;
- комплектование заказов для пополнения складов;
- получение и отправка грузов;
- хранение.

Транспортировка и грузопереработка. Это планирование и обеспечение транспортировки грузов и сопутствующих операций, в т. ч.: планирование и составление графиков отгрузки,

консолидация грузов в крупную партию для совместной транспортировки, нотификация и маркировка грузов, оформление транспортной документации и управление грузоперевозками. Вся эта деятельность нацелена на производительное использование транспортных ресурсов и эффективное управление ими.

Информационное обеспечение транспортировки и грузопереработки в пути связано с участием заинтересованных трех сторон: грузоотправитель, перевозчик и грузополучатель. Для эффективного управления процессом необходима соответствующая интеграция информации. Это требует стандартизации перевозочных документов. Результатом координирующих усилий этого процесса являются единообразия транспортной и коммерческой документации, в т. ч. заказов, накладных, счетов-фактур, уведомлений об отгрузке и т. п.

Типовые процедуры данной функции ЛИС:

- оформление документов и установление тарифных ставок;
- оценка способности организации должным образом доставить груз, оперативный контроль;
- регулярный пересмотр транспортных тарифов;
- составление графиков и маршрутизация перевозок;
- выставление счетов-фактур;
- оформление отчетной документации и анализ решений.

Снабжение. Функциональное назначение ЛИС для данной подсистемы логистики подготовка, обновление и размещение заказов на закупку, а также контроль над качеством работы поставщиков.

Задачи ЛИС: контроль и координация приема и отгрузки запасов для оптимизации графиков использования производственных, транспортных и людских ресурсов.

Уровень интеграции логистики существенно повышается при наличии электронной связи с поставщиками. Типовые процедуры данной функции ЛИС:

- определение потребности в материальных ресурсах;
- спецификация потребности;
- определение и анализ возможных источников снабжения;
- определение цены и условий;
- подготовка и размещение заказа на закупку;

- контроль выполнения заказа и/или экспедирование;
- получение и проверка поставок;
- оплата поставок.

В заключение данного раздела рассмотрим комплексную функцию, располагающуюся на стыке стратегического и оперативного потоков ЛИС, *размещение запасов и управление запасами.*

Роль данной функции заключается в планировании потребностей и управлении запасами готовой продукции от этапа производства до этапа доставки потребителям. Принимаемые здесь решения описываются формулой «где, когда и сколько». А именно: Где хранить готовую продукцию? Когда пополнять запасы сырья и материалов? Сколько следует заказать? Исходной точкой этой деятельности является прогнозирование того, каким будет спрос потребителей каждого из распределительных центров. Результаты прогноза служат основой для планирования производства.

Поддержка решений, связанных с размещением запасов и управлением ими, может принимать самые разнообразные формы – от простейших моделей реагирования на происходящие события до сложных систем комплексного планирования. Во всех случаях цель одна – определить, когда и сколько заказывать. Простейшие модели всего лишь реагируют на текущий спрос и текущее состояние запасов, выражая такую реакцию в показателях точки заказа и размера заказа. Сложные системы моделируют будущие потребности на основании прогнозов спроса и продолжительности производственного цикла, что позволяет предвидеть возможные в будущем проблемы на той стадии, когда их еще можно предупредить.

Системы размещения запасов и управления ими различаются также по степени трудозатрат. В некоторых системах приходится вручную составлять или утверждать все заказы на пополнение запасов. В таких системах отсутствует механизм выявления исключительных (экстренных) ситуаций, поэтому каждый заказ на закупку требует внимания менеджеров. Более развитые системы обеспечивают автоматическое размещение заказов и контроль над прохождением и процессом пополнения запасов. Здесь менеджерам приходится вмешиваться только в

«экстренных» случаях, которые система выявляет тоже автоматически.

Система размещения запасов призвана обеспечить оценку эффективности управления запасами, для чего осуществляется контроль над уровнем, оборачиваемостью и производительностью. Основные процедуры данной комплексной функции перечислены ниже. Заметим, что несколько функций связаны с прогнозированием. Для управления запасами нужно в явной или неявной форме оценивать будущий спрос. Неявный, или «пассивный», прогноз просто сводится к предположению, что в следующем месяце объем продаж будет таким же, как в предыдущем. Явные прогнозы научно обоснованы, они опираются на информацию о деловом предприятии, его потребителях и действиях конкурентов. Общая предпосылка заключается в том, что прогноз, интегрирующий в себе более разнообразную информацию, облегчает процесс размещения запасов и управления ими и в конечном счете ведет к сокращению потребности в запасах.

Типовые процедуры функции «размещение запасов и управление запасами»:

- анализ прогнозов и моделирование;
- накопление и обновление данных о прогнозах;
- выбор параметров прогноза;
- выбор техники прогнозирования;
- выбор параметров управления запасами;
- моделирование запасов;
- планирование потребностей в запасах;
- интеграция данных о стимулировании продаж;
- формирование, размещение и календарное планирование заказов на пополнение запасов;
- определение целевого уровня обслуживания потребителей.

4.8.3. Правила построения ЛИС

Итак, основными задачами функционирования ЛИС являются:

- непрерывное обеспечение управляющих органов логистической системы достоверной, актуальной и адекватной информацией о движении заказа (о протекании функциональных и

информационных процессов);

- непрерывное обеспечение сотрудников функциональных подразделений предприятия адекватной информацией о движении продукции по цепи поставок в режиме реального времени;
- реализация системы оперативного управления предприятием по ключевым показателям (себестоимость, структура затрат, уровень прибыльности);
- обеспечение прозрачности информации об использовании инвестированного капитала для руководства;
- предоставление информации для стратегического планирования;
- предоставление руководству информации о структуре общих затрат и расходов;
- обеспечение возможности своевременного выявления «узких мест»;
- обеспечение возможности перераспределения ресурсов предприятия;
- обеспечение прибыльности предприятия за счет оптимизации логистических бизнес-процессов.

Для эффективного решения обозначенных задач в основу построения ЛИС должны быть заложены следующие правила:

1. *Актуальность* информации означает реальное отражение в каждый момент времени состояния логистической системы. Не случайно лучшие коммерческие информационные базы данных имеют ежедневный цикл обновления хранимой информации.

2. *Достоверность* данных основывается на точном воспроизведении объективного состояния развития производства, рынка и внешней макросреды. Учитывая условия конкурентной борьбы, при которых нередко сознательно искажается реальная действительность, этот принцип требует повышенной надежности источников данных и отсутствия возможности фальсификации. Важными средствами борьбы против дезинформации являются множественность источников информации и анализ полученных сведений на непротиворечивость.

3. *Релевантность* данных позволяет получать информацию в точном соответствии с формулированными требованиями и избегать работы с ненужными данными.

4. Точность. Точность исходной информации имеет принципиальное значение для принятия правильных решений. Например, информация об уровнях запасов в дистрибутивной сети в современных логистических системах допускает не более 1 % ошибок или неопределенности для принятия эффективных решений по физическому распределению, созданию запасов и удовлетворению потребителей. Большое значение имеет точность и достоверность исходных данных для прогнозирования спроса, планирования потребностей в материальных ресурсах и т. п.

5. *Полнота и пригодность информации для пользователя.* Полнота отображения необходима для объективного учета всех факторов, формирующих либо оказывающих влияние на состояние и развитие логистической системы. Логистический менеджер должен иметь в наличии необходимую и полную (достаточную) информацию для принятия решений, причем в необходимом ему виде.

6. *Целенаправленность и ориентированность* данных заостряет их на конкретные цели и задачи в области производства и реализации продукции на внутреннем и внешнем рынках. Информация в логистической информационной системе должна быть ориентирована на выявление дополнительных возможностей улучшения качества продукции, сервиса, снижения логистических издержек. Способы получения, передачи, отображения и предварительной обработки информации должны способствовать выявлению «узких мест», резервов экономии ресурсов и т. п.

7. *Своевременность.* Логистическая информация должна быть доставлена в систему управления вовремя, как этого требуют многие логистические технологии, особенно основанные на концепции JIT («точно в срок»). Своевременность информации важна практически для всех комплексных логистических функций.

8. *Согласованность и информационное единство* требуют разработки такой системы показателей, при которой исключались бы возможность противоречия в выводах и несогласованность первичных и производных данных. Виды и формы документов, расположение реквизитов на бумажных документах, размерность данных и другие параметры должны облегчать машинную обработку информации. Кроме того, необходима ин-

формационная совместимость компьютерных и телекоммуникационных систем логистических посредников и других пользователей по форматам данных в логистической информационной системе.

9. *Гибкость.* Информация, циркулирующая в логистической информационной системе, должна быть приспособлена для конкретных пользователей и иметь наиболее удобный для них вид. Это касается как персонала фирмы, так и логистических посредников и конечных потребителей. Бумажный и электронный документооборот, промежуточные и выходные формы отчетов, справки и другие документы должны быть максимально приспособлены к требованиям всех участников логистического процесса и адаптированы к возможному многопользовательскому интерфейсу.

Исходя из перечисленных правил можно дать некоторые практические рекомендации для формирования эффективной логистической информационной системы:

• определить основные логистические цели предприятия (в зависимости от необходимости решения задач, стоящих перед информационной системой): направления бизнеса, объем и маршруты движения финансовых, информационных и материальных потоков;

• необходимо проанализировать организационную структуру предприятия, выявить сильные и слабые стороны ее функционирования;

• разработать механизмы организации и оперативного управления цепями поставок: стандарты, формы учета и контроля, управленческой отчетности; оценить документооборот;

• сформировать технологию стратегического управления логистическими цепями поставок, систему финансового планирования и контроля, систему финансового анализа;

• разработать механизм финансово-экономического управления предприятием в целом, в т. ч. разработать положение о финансовой структуре; определить центры финансового учета и финансовой ответственности.

4.8.4. Классификация ЛИС

Так же, как и любая другая система, ЛИС должна состоять из упорядоченно взаимосвязанных элементов и обладать некоторой совокупностью интегрированных качеств, которые позволяют проводить классификацию информационной системы.

Рассмотрим классификацию информационных логистических систем по различным признакам – характеристикам.

Информационные системы в логистике создаются с целью управления цепью поставок, т. е. последовательностью событий, предназначенных для удовлетворения потребностей потребителей. У менеджеров логистических служб две основные цели:

1. перемещать материалы в свою организацию через неё и из неё, добиваясь максимальной эффективности.

2. содействовать тому, чтобы эффективность потока сохранялась на протяжении всей цепи поставок.

Информационные логистические системы для управления цепью поставок могут создаваться как на уровне отдельного предприятия, ИЦП, так и на уровне региона, стран и даже групп стран (рис. 4.15) [1].

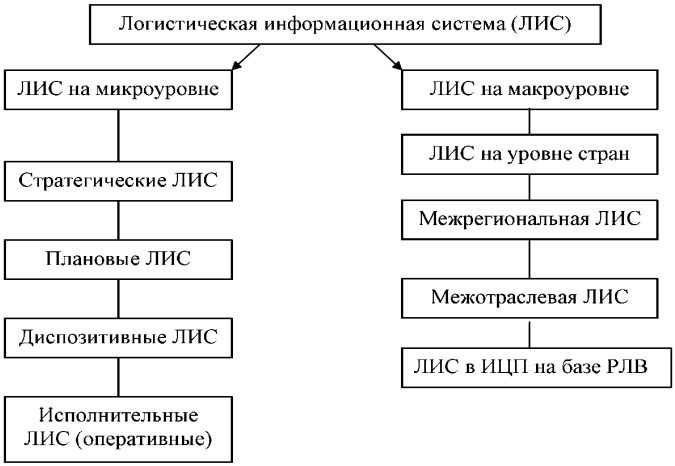


Рис. 4.15. Виды информационных логистических систем

Стратегические ЛИС создаются на функциональном уровне, поскольку логистическая стратегия относится к разряду

функциональных стратегий, и стратегическая ЛИС создаётся для формирования и реализации логистической стратегии направленной на решение стратегических логистических задач, таких как размещение элементов инфраструктуры, выбор поставщиков и т. д.

Плановые ЛИС создаются на административном уровне управления для планирования цепей поставок. После анализа логистической стратегии, где формируются общие цели развития организации на этапе планирования, к ним добавляются детали, которые в конечном итоге превращаются в долгосрочные планы.

Диспозитивные информационные системы на тактическом уровне создаются на уровне управления складом или цехом и служат для обеспечения отлаженной работы логических систем.

Исполнительные информационные системы создаются на уровне оперативного управления. Это режим работы в реальном масштабе времени. В табл. 4.5 показаны типы и примеры задач, которые решаются на различных уровнях управления, а значит, в среде соответствующих ЛИС.

Таблица 4.5

Примеры задач на различных уровнях управления

Виды ЛИС для решения логистических задач	Уровень управления	Примеры логистических задач
Стратегические	Корпоративная стратегия Бизнес-стратегия Логистическая стратегия	Услуги общественного транспорта ЮВЖД. Как корпорация управляет сетью железнодорожных услуг для своих пользователей
Плановые	Долгосрочное планирование (мощности)	Прогнозирование спроса на услуги, на основе которого анализируются мощности, гарантируется необходимый для удовлетворения спроса размер мощностей.
Диспозитивные	Логистическая тактика	Расписание предоставляемых услуг, маршруты движения поездов, время прибытия.
Оперативные	Логистические операции	Подробные графики движения отдельных поездов, использование материалов, электроэнергии и других ресурсов.

Создание многоуровневых АСУ для управления материальными потоками связано со значительными затратами, в основном в области разработки программного обеспечения (ПО).

В связи с этим при создании АСУ в сфере логистики должна исследоваться возможность использования недорогого стандартного ПО с его адаптацией к местным условиям.

Стандартные ППП применимы не во всех видах ЛИС. Это зависит от уровня стандартизации решаемых задач управления материальными потоками.

Наиболее высок уровень стандартизации при решении задач в плановых ЛИС.

В диспозитивных ЛИС уровень стандартизации меньше, поскольку производственный процесс складывается исторически и трудно поддается стандартизации, а структура обрабатываемой информации существенно отличается у разных пользователей.

В исполнительных (оперативных) ЛИС на оперативном уровне управления применяется, как правило, индивидуальное ПО.

Наиболее часто на уровне предприятия логистические информационные системы классифицируются по следующим признакам:

– признаку структурированности задач;

– функциональному признаку;

– степени автоматизации;

– характеру использования информации: стратегическая информация, на тактическом уровне и на уровне оперативной информации;

– сфере применения;

– уровню управления.

На рис. 4.16 приведен принцип классификации по признаку структурированности (формализованности) решаемых логистических задач.

Структурированная (формализуемая) задача – задача, где известны все её элементы и взаимосвязи между ними (например, начисление заработной платы). Для решения задач этого класса используются OLTP-технологии.

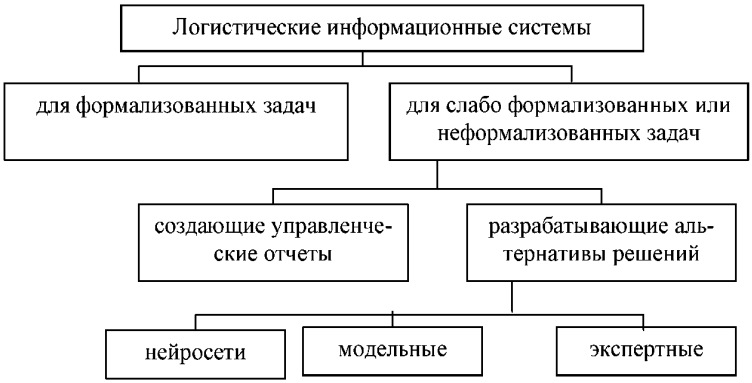


Рис. 4.16. Принцип классификации по признаку структурированности решаемых задач

Неструктурированная (неформализуемая) задача – задача, в которой невозможно выделить элементы и установить между ними связи.

В практике работы любой организации существует сравнительно немного полностью структурированных или совершенно неструктурированных задач. Для слабо формализуемых задач можно использовать OLAP-технологии, которые в последнее время получили достаточно широкое распространение.

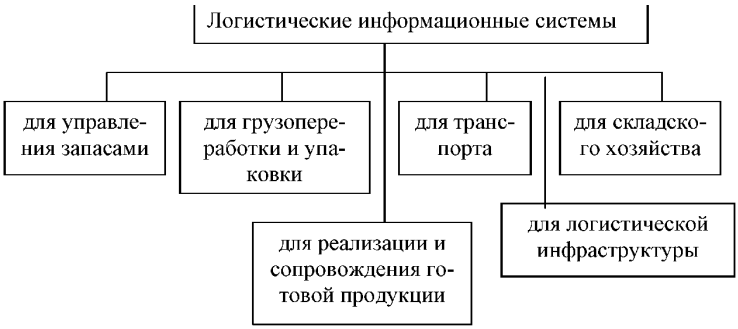


Рис. 4.17. Классификация по степени формализованности решаемых задач

ЛИС, создающие управленческие отчеты, обеспечивают информационную поддержку пользователю, т. е. предоставляют доступ к информации в БД и её частичную обработку. Модельные ЛИС предоставляют пользователю модели – логистические, финансовые, статистические, математические и другие, с помощью которых осуществляется принятие логистических решений "что-если". Экспертные ЛИС обеспечивают выработку и оценку альтернатив за счет создания экспертных систем, связанных с обработкой знаний в области логистики.

Функциональный признак определяет назначение подсистемы, а также её основные цели, задачи и функции. Классификация по функциональному признаку ЛИС приведена на рис. 4.18.



Рис. 4.18. Классификация по функциональному признаку

Контрольные вопросы:

1. Основные подсистемы ЛИС.
2. Дайте характеристику элементам организационной подсистемы ЛИС.
3. Опишите кадровое обеспечение ЛИС и его проблемы.
4. Опишите организационное обеспечение ЛИС.
5. Опишите правовое обеспечение ЛИС.
6. Охарактеризуйте организационную структуру ЛИС по Котлеру.
7. Структура информационных потоков ЛИС.
8. Опишите ключевые функции ЛИС.
9. Какие ограничения возникают по мощности в логистических системах?
10. Какие функции поддерживает оперативный поток?
11. Опишите основные процедуры функциональной подсистемы управления заказами.
12. Опишите типичные процедуры функции распределения.
13. Классификация ЛИС по степени формализованности решаемых задач.
14. Каков принцип классификации по признаку структурированности (формализованности) решаемых логисти-ческих задач.
15. По каким признакам классифицируются ЛИС на уровне предприятия?

4.9. Информационные технологии в логистике

Под информационной технологией понимается процесс, использующий совокупность как методов, так и средств реализации следующих операций: сбор информации; регистрация данной информации в базе; передача информации определенным субъектам; накопление и обработка информации на базе программного обеспечения с целью решения управленческих задач экономического объекта [1, 27, 28, 32, 35].

4.9.1. Программно-технические средства ИТ в логистике

Основным техническим средством ИТ в логистике является *электронно-вычислительная техника, которая* составляет базис комплекса технических средств информационных технологий в логистике и предназначена для обработки и преобразования различных видов информации, используемой в логистической деятельности:

- персональные компьютеры – настольные, переносные, карманные (КПК), планшетные;
- серверы.
- периферийное оборудование: принтеры, сканеры, сканеры штрих-кодов, копиры, средства идентификации пользователей, прочие специализированные средства.

Средства связи обеспечивают одну из наиболее важных функций логистической деятельности – передачу информации в рамках логистической системы и обмен данными с внешней средой:

- сетевое оборудование, беспроводные сети, средства Internet-доступа, телефонная связь, мобильная связь, системы отслеживания грузовых автомобилей и т. д.;
- автоматизированное оборудование: автоматизированные производственные линии, складское оборудование, автоматизированные средства технического контроля и т. д.

Софтовые средства ИТ в логистике:

1) Программные средства общего назначения

- ERP системы – информационная система управления предприятием как программная база для создания ЛИС.
- CAD, САПР системы – средства компьютерного проектирования.
- CAM, FMS, АСУТП системы – средства управления технологическим процессом, роботизации, управления автоматизированным оборудованием, в т. ч. системы контроля над ходом технологического процесса;
- средства управленческого моделирования – моделирование бизнес-процессов (CASE-технологий), оргструктуры и т. д.;

- различные офисные приложения – текстовые, табличные математические, презентационные процессоры, планировщики задач, органайзеры и т. д.;
- СУБД – системы управления базами данных, которые являются опорными технологиями для создания информационного обеспечения ERP системы.

2) Специализированные программные средства:

А) входящие в состав КИС – подавляющее большинство существующих на данный момент КИС содержат модуль Логистики или блок Логистики, состоящий, в свою очередь из нескольких модулей.

Б) самостоятельные программные продукты, реализующие отдельные логистические функции.

Описание группы А

Системы **SAP R/3**

Это обобщённое название интегрированной автоматизированной системы управления, которая и является основным продаваемым продуктом SAP. Она состоит из набора прикладных модулей, которые поддерживают различные бизнес-процессы компании и интегрированы между собой в масштабе реального времени.

Ключевые особенности системы SAP:

- комплексная система управления, способная охватить все бизнес-процессы и сферы деятельности современного предприятия;
- интегрированная система, где все данные хранятся в единой информационной базе;
- система, работающая в реальном масштабе времени и, таким образом, способная предоставить достоверную информацию в нужной форме и в нужное время.

В логистический блок входят два основных модуля:

- PP – производственное планирование;
- MM – управление материальными потоками, закупки;
- SD – сбыт;
- WF – управление информационными потоками.

Модуль PP "Производственное планирование"

Модуль используется для организации планирования и контроля производственной деятельности предприятия. Ключевые элементы прикладного модуля: Спецификации (BOM), Технологические карты, Рабочие центры (места), Планирование сбыта (SOP), Производственное планирование (MPS), Планирование потребности в материалах (MRP), Управление производством (SFC), Производственные заказы, Калькуляция затрат на изделие, Учет затрат по процессам, Серийное производство, Канбан (Just in time), Планирование непрерывного производства.

Модуль MM "Управление материальными потоками"

Модуль поддерживает функции снабжения и управления запасами, используемые в различных хозяйственных операциях. Ключевые элементы: Закупка материалов, Управление запасами, Управление складами, Контроль счетов, Оценка запасов материала, Аттестация поставщика, Обработка работ и услуг, Информационная система закупок и информационная система управления запасами.

Модуль SD "Сбыт"

Модуль решает задачи распределения, продаж, поставок и выставления счетов. Ключевые элементы: Предпродажная поддержка, Обработка запросов, Обработка предложений, Обработка заказов, Обработка поставок, Выставление счетов (фактурирование), Информационная система сбыта.

Модуль WF "Управление информационными потоками"

Эта часть системы связывает интегрированные прикладные модули с общими для всех приложений технологиями, сервисными средствами и инструментами. Управление потоком операций (workflow) автоматизирует хозяйственные процессы в соответствии с заранее определенными процедурами и правилами. Модуль включает многофункциональную офисную систему со встроенной электронной почтой, систему управления документами, универсальный классификатор и систему интеграции с САПР. Когда происходит определенное событие, запускается соответствующий процесс, и диспетчер потока операций инициирует единицу потока операций (Workflow Item). Данные и

документы объединяются и обрабатываются на каждом шаге в соответствии с определенной логикой.

Система BAAN

Продукт голландской компании разработчика решений для управления предприятиями с высокотехнологичным производством и корпоративной логистикой [36].

BAAN – Производство: включает планирование потребностей, конфигуратор продукции, управление проектом, управление серийным производством и производством по отдельным заказам, управление цепочкой поставок на уровне корпоративного производства. Позволяет реализовать все типы производственной среды и их сочетания. Подсистема спроектирована для работы со всеми типами стратегий управления производством. Обладает гибкостью, позволяющей изменять стратегию в течение жизненного цикла проекта. Подсистема "Производство" имеет возможность изменение положения точки привязки заказа клиента (CODP), которая определяет степень влияния заказа клиента на производственный цикл. Ядром подсистемы "Производство" является модуль "Основной производственный план-график" (MPS). Он спроектирован для того, чтобы помочь в каждодневном управлении производством наряду с проведением долгосрочного планирования и принятием решений.

BAAN – Сбыт, Снабжение, Склады: производит управление продажами и закупками, контрактами, материальными запасами и хранением, многоуровневое управление партиями и отслеживание движения партий. Кроме этого, модуль предлагает всестороннее управление внешней логистикой и транспортировкой, обеспечивает оптимизацию маршрутов, управление заказами на транспортировку и поддержку транспортных работ, поддержку общего складирования и управление упаковочными работами. Подсистема "Сбыт, снабжение, склады" решает задачу о повседневном материально-техническом обеспечении производителей и оптовиков. Подсистема полностью интегрирована со всеми продуктами семейства BAAN, включая "Производство", "Проект", "Сервис", "Транспорт" и "Финансы", представляет собой единую информационную систему управления. Эта полностью интегрированная система материально-технического

снабжения включает в себя электронный обмен данными и связь с планированием потребностей распределения.

BAAN – Транспорт: модуль для компаний (транспортные, производственные и коммерческие компании), занимающихся внешним материально-техническим обеспечением и транспортировкой: самостоятельно организовывающие свои собственные перевозки и материально-техническое снабжение. Пакет решает задачи всех видов и модификаций перевозок и имеет мощные модули для управления складами общего пользования и упаковкой. Блок может быть сконфигурирован в соответствии с требованиями компании и его бизнес-процессами. Гибкость подсистемы "Транспорт" удовлетворяет самые разнообразные запросы заказчиков.

BAAN – Сервис: предназначен для организации управления всеми видами сервиса. Она полностью решает задачи компаний, выполняющих послепродажное и специализированное обслуживание, а также подразделений, отвечающих за обслуживание внутри предприятия. Подсистема поддерживает все виды обслуживания: "периодическое" (выполнение регламентных работ и проведение планово-предупредительных мероприятий), "по вызову" (ремонт и устранение неисправностей при возникновении аварийных ситуаций), и другие, например, ввод в действие объектов обслуживания (установок). Все данные по местам расположения оборудования, клиентам, а также по контрактам на обслуживание и сопровождение доступны в оперативном режиме и регистрируются для каждого компонента объекта обслуживания. Все виды обслуживания могут выполняться с учетом гарантийных обязательств.

Подсистема «iBaan ERP – Склады» представляет собой многофункциональный комплекс взаимосвязанных приложений, предназначенный для решения задач планирования и управления движением товарно-материальных потоков. Подсистема «iBaan ERP – Склады» полностью интегрирована с другими подсистемами iBaan ERP.

Функциональные модули подсистемы «iBaan ERP – Склады»

Модуль "Обработка запасов"

Складские заказы. Складские заказы позволяют заносить в систему информацию о складских операциях и обеспечивают получение оперативной информации об уровне материальных запасов на складах, ожидаемых поступлениях, возможном отпуске со складов и свободном запасе, а также о наличии и использовании складских мощностей. При помощи этих оперативных данных осуществляется планирование объемов запасов и поставок (с учетом резервного уровня, сезонности спроса и прочее). Поставки сырья могут производиться по принципу "точно вовремя". Достигается автоматизация внутрискладских перемещений и отпуска материалов, снижение уровня неликвидов.

Система предоставляет рекомендации по распределению товаров по местам хранения и по отпуску товаров со складов с учетом условий хранения продукции, совместимости товаров, доступности и загруженности складских мест.

Циклическая инвентаризация. Система позволяет автоматизировать процесс инвентаризации на складах. Частота инвентаризации определяется параметрами и может зависеть от результатов ABC-анализа. Система создает заказы на циклическую инвентаризацию, далее они могут быть распечатаны, в них заносятся данные о физически присутствующих запасах товаров, потом эти данные заносятся в систему и обрабатываются ей. В результате печатается проверочный отчет о результатах инвентаризации.

Модуль "Отчетность запасов"

Состояние запасов. В системе могут быть получены отчеты о состоянии запасов на складах в различных разрезах: по складам, изделиям, партиям, складским местам, датам оприходования и отпуска товара и т. п., в т. ч. данные о запасах консигнационных товаров и их использовании. Система предоставляет возможность получить информацию об отпуске товара по периодам, в том числе и в графическом виде.

Транзакции с запасами. Ретроспективные данные по запасам и их движению могут быть использованы для прогнозиро-

вания складского оборота, а также при расчетах потребности в резервных запасах и времени выполнения заказов.

Планирование и прогнозирование. Встроенный в систему мощный аппарат планирования и прогнозирования использует как текущие, так и ретроспективные данные, хранящиеся в системе, упрощает решение сложных задач управления потоками материальных ресурсов, определения существующих на рынке тенденций и планирования изменений в номенклатуре выпуска.

Модуль «Управление партиями товаров»

Информация по продукции включает сведения о наименовании товаропроизводителя или поставщика, данные по комплектующим изделиям, а также данные по всем заказчикам, которым поставлены товары из этой же партии. Номера партий и серий отслеживаются на стадиях реализации, закупок, сборки или производства, обслуживания и текущего ремонта. Входящей партии товаров присваивается индивидуальный номер, документируются ее количественные, качественные и ценовые характеристики. В случае рекламаций на продукцию всегда есть возможность проследить весь путь ее прохождения на предприятии и определить источник возникновения брака.

Подсистема «iBaan ERP – Управление заказами»

Представляет собой многофункциональный комплекс взаимосвязанных приложений, предназначенный для решения задач планирования и управления движением товарно-материальных потоков. Подсистема «iBaan ERP – Управление заказами» полностью интегрирована с другими подсистемами iBaan ERP.

Функциональные модули подсистемы «iBaan ERP – Управление заказами»

Модуль "Управление ценообразованием"

Часто с клиентами и поставщиками заключаются специальные соглашения по ценам. В системе реализована политика многоуровневых цен и скидок на основе создания различных комбинаций прейскурантов, ценовых групп, бизнес-партнеров, изделий и пр.

Модуль "Управление продажами"

Модуль предназначен для формирования плана продаж, обработки данных, содержащихся в коммерческих предложениях, заказах на продажу и долгосрочных соглашениях по продажам, ведения контрактов реализации, контроля за выполнением поставок заказчику, работы с потенциальными заказчиками, а также сбора и обработки статистической информации по продажам.

Коммерческие предложения. Предварительные договоренности с клиентом, требующие дополнительного подтверждения, могут быть оформлены в виде коммерческих предложений. В случае высокого процента успеха коммерческие предложения могут быть учтены при составлении планов продаж, производства и закупок. Если соглашение с клиентом не достигнуто, в систему может быть внесена информация о том, кто из конкурентов и по каким причинам вышел победителем.

Контракты. Долгосрочные соглашения с заказчиками о регулярных поставках фиксируются в контрактах, где отражаются отдельные, применимые лишь в этом случае, договоренности по ценам и скидкам и графики поставок. Встроенная в подсистему процедура оценки контрактов осуществляет проверку результатов их выполнения, объемов отгруженной продукции, а также оплаты поставок, и является источником оперативных данных.

Заказы на продажу. Удобство доступа ко всем вводимым по заказам данным, например, к номенклатурным справочникам, данным по заказчикам, условиям платежей и поставок, незакрытым счетам-фактурам достигается благодаря использованию в среде «iBaan ERP» взаимосвязанной системы окон. Подсистема обеспечивает гибкую обработку различных типов заказов (например, заказ на возврат, на прямую поставку, с предварительным счетом-фактурой и др.) с учетом их индивидуальных особенностей и предоставляет пользователю возможность самому определять последовательность прохождения заказа и шагов его обработки.

Статистика продаж. В системе предусмотрена процедура сбора статистической информации по продажам. Пользователь

сам определяет конфигурацию данных, по которым осуществляется выборка статистики по введенным заказам, аннулированным заказам, товарообороту. Можно также воспроизвести соответствующую информацию в графическом виде.

Модуль "Управление закупками"

Модуль включает в себя такую функциональность, как ведение долгосрочных контрактов на закупку, отслеживание данных о предварительных договоренностях с поставщиками, моделирование закупочной цены в зависимости от объема закупаемой партии, поставщиков и даты закупки, обработка нефактурированных поставок, контроль за прохождением заказов на закупку и другое.

Заявки на закупку. Данный бизнес-объект позволяет автоматизировать процесс составления, утверждения и передачи в работу заявок внутри компании на материально-техническое снабжение подразделений. Заявки могут быть утверждены и превращены в заказы на закупку, а могут быть отклонены. Список инстанций, утверждающих заявки, может быть сформирован пользователем.

Запросы на закупку. Возможность автоматизировать процесс выбора поставщика с оптимальными ценами и условиями поставки. После этого запрос может быть подтвержден и превращен в заказ на закупку.

Контракты. Долгосрочные отношения с поставщиками предполагают заключение соглашений по ценам, срокам и объемам поставок, условиям платежей. На основе заключаемых договоров и графиков поставок заказы на закупку генерируются системой в автоматическом режиме. Пользователь в режиме реального времени может получить сводку о текущей ситуации по контракту, об ожидаемом проценте выполнения и ряд другой полезной информации.

Заказы на закупку. Система обладает преимуществами, позволяющими сделать процедуру закупок гибкой и эффективной. В ходе прохождения заказов на закупку предусмотрена проверка надежности поставщика, автоматическая система напоминаний и контроля качества товаров в процессе их приемки на складе.

Статистика. Система хранит разнообразные статистические данные, позволяющие проследить предысторию взаимоотношений компании с поставщиками. Статистическая информация может использоваться при выборе наиболее подходящего поставщика для долгосрочного сотрудничества.

Модуль "Маркетинг и торговля" предназначен для активизации и оптимизации контактов компании на рынке, а также для предоставления оперативной информации о коммерческой деятельности фирмы. Благодаря интегрированной структуре системы iBaan ERP, информация по управлению маркетинговой деятельностью является не отдельным, а полностью интегрированным с остальными модулями системы информационным блоком.

J.D.Edwards

Система является одним из лидеров на рынке крупных систем ERP. В настоящее время компания предлагает пятое поколение программного обеспечения и услуг, что является самым полнофункциональным модульным корпоративным решением, нового семейства корпоративных программных продуктов и услуг, использующих инновационные технологии, предназначенных для клиентов и бизнес партнёров. Решение J.D. Edwards 5 содержит модульные интегрированные, разработанные с использованием Web-технологий приложения, позволяющие крупным и средним предприятиям повысить эффективность работы. J.D. Edwards 5 включает системы управления ресурсами предприятия (Enterprise Resource Planning), управления цепочками поставок (SupplyChain Management), управления работой с клиентами (Customer RelationshipManagement); а также приложение для интеллектуального анализа данных (Business Intelligence), решение для бизнес сотрудничества в среде Internet (Collaboration and Integration) и приложение Инструментарий и Технологии (Tools and Technology). [37]

Подсистема Управление запасами

- Типы номенклатуры;
- Описание номенклатуры;
- Места хранения и работа с партиями;

- Физические и логические склады;
- Инвентаризация номенклатуры и расчет стоимости.

Подсистема Управление закупками

- Способы обработки закупок;
- Цикл Обработки Закупки;
- Дополнительные возможности системы закупок.

Подсистема Управление сбытом

- Возможность самообслуживания;
- Обработка предоплаты;
- Шаблоны;
- Освобождение заказов;
- Цикл обработки заказов;
- Изменение статусов заказа;
- Информация в заказах на продажу;
- Завершение цикла продаж;
- Ценообразование;
- Предпочтения.
- Настройка системы управления сбытом

Подсистема – Управление сложным складом.

Подсистема – Оценка стоимости запасов.

Подсистема – Управление транспортом.

Подсистема – Учет затрат и анализ прибыли.

Подсистема – Обзор системы электронного обмена данными.

Axapta

Microsoft Dynamics AX включает средства эффективного управления финансами, торговлей, логистикой и производством. В числе преимуществ системы – новаторские технологии и уникальная функциональность. Microsoft Dynamics AX ориентирована на решение основных задач управления: мониторинга финансовых и товарных потоков, принятия решений, обеспечения эффективной работы предприятия и контроля за бизнес-процессами. В целях оптимизации системы за каждое из этих направлений отвечает отдельный модуль. Все модули Microsoft Dynamics AX тесно связаны и образуют единую интегрированную среду, которая позволяет компании дать адекватный отклик на любые требования рынка [38].

Модуль "Логистика" содержит функциональность для создания сценариев цен и скидок, регистрации прейскурантов по поставщикам, ведения спецификаций, конфигурирования товаров, ABC-классификации, а также предоставляет интерфейс к модулям Сводное планирование и Управление складом.

Сводное планирование отвечает за прогнозирование продаж и закупок, составление прогнозов складских запасов и краткосрочное планирование закупок и сборки спецификаций.

Модуль "Управление" складом решает задачи оприходования, идентификации грузов и контроля выполнения погрузочно-разгрузочных работ, ведение распределением поступающих грузов по ячейкам хранения и упаковкой заказов. Вместе эти четыре модуля покрывают весь спектр задач оптовой торговли. Все модули теснейшим образом интегрированы с финансовым контуром системы.

Среди средств торговли и логистики имеется функция управления ценообразованием, планирования покрытия складских запасов и создания вариантов продукции, позволяющие решить самые насущные проблемы торгово-закупочных предприятий.

Создание закупок и заказов

При создании карточки заказа или закупки достаточно выбрать код контрагента – все реквизиты, условия и график оплаты система извлекает из таблиц клиентов и поставщиков.

Кроме ввода закупок вручную предусмотрен механизм их автоматической генерации на основе прогноза продаж и производства. А также закупку можно создать напрямую из заказа одним нажатием кнопки. Поддерживаются регулярные поставки товара с неизменными коммерческими условиями. Создание заказов и закупок упрощается благодаря средствам копирования заголовков и строк других заказов, закупок и складских журналов.

Каждый этап обработки заказов и закупок знаменуется оформлением определенного документа. Документы можно оформить на языке заказчика, а стоимостные характеристики хозяйственных операций легко выражаются в любой иностранной валюте, что упрощает внешнюю торговлю.

Организация закупок

Последовательность действий по обработке закупки:

- На первом этапе происходит оформление заявки поставщику. Тот вправе одобрить или отвергнуть предложенные условия. Как только товар поступил на склад, оператор может распечатать т. н. список прихода, контролируя комплектность груза. Далее система распределяет груз по отдельным складским ячейкам.
- Приходование товара на складе завершается регистрацией накладной. На этом этапе проверяется соответствие полученного и заказанного объемов продукции с получением подробной картины перепоставки или недопоставки.
- Заключительный этап обработки закупки – регистрация полученного счета-фактуры, в ходе которой автоматически формируются проводки в главную книгу и подготавливаются платежные документы.

Бухгалтерские проводки создаются согласно настроенным схемам котировок и отражают все финансовые аспекты движения ТМЦ. Уникальный механизм учета налогообложения отражает на счетах главной книги начисление прямых и косвенных налогов.

Продажа товара

Интегрированное решение управления предприятием Microsoft Dynamics AX автоматизирует весь процесс эволюции заказа – продажа, транспортировка товара и выписывание счета-фактуры:

- Процедура продажи товара начинается с печати отправки клиенту коммерческого предложения; система проверяет задолженность клиента, сообщая оператору о любой внештатной ситуации.
- По достижении соглашения с клиентом система выдает задания на погрузку и упаковку заказа, распечатывает т. н. отгрузочную накладную, гарантирующую комплектность груза.
- С оформлением товарной накладной происходит отправка заказа потребителю и автоматическое списание товара со склада.

- Выставление счета-фактуры сопровождается немедленным формированием дебиторской задолженности, списанием себестоимости расхода и закрытием заказа.

По окончании каждой пользовательской процедуры система обновляет информацию в связанных модулях и таблицах.

Пакетная обработка

Рутинное оформление счетов-фактур может функционировать в пакетном режиме. Соответствующие заказы выбираются с помощью стандартного для Microsoft Dynamics AX запроса. По такой методике можно организовать автоматический выпуск документов в конце рабочего дня или вставление фактур по итогам месяца. В ходе пакетной обработки система позволяет объединить несколько заказов для отправки одному клиенту.

Сквозной просмотр данных

Одна из важнейших функций системы – ведение цельного архива первичной документации по заказам и закупкам. В любой момент пользователь может вывести на экран оригинальный счет или накладную и распечатать документ в том виде, в каком он отправлен клиенту.

Есть возможность слежения изменений в оформлении документа, раскрывая все связанные бухгалтерские и складские проводки. Наоборот: по каждой бухгалтерской проводке или движению товарно-материальных запасов выводится документ, инициировавший хозяйственную операцию. Главное достоинство этого механизма сквозного просмотра данных мгновенное определение источника любой ошибки независимо от срока давности.

Недопоставка и перепоставка товара

Система контролирует соответствие заказанного и полученного количества товара, определяя величину недопоставки и перепоставки. Обнаружив недопоставку, система ожидает решения ответственного сотрудника: вернуть недопоставленную закупку, оплатить счет на неполную сумму и закрыть закупку или выполнить частичную оплату, ожидая прихода всего количества товара. Выбор того или иного варианта действий основывается на потребности в товаре, уровне складских запасов, наличии альтернативной номенклатуры, и все эти сведения со-

трудник предприятия может получить в стандартных запросах и отчетах Microsoft Dynamics AX.

Аналогично обрабатывается перепоставка: снабженец может отослать излишек товара поставщику, оформив возврат товара с выставлением кредит-ноты, или санкционировать оплату счета-фактуры на полную стоимость закупки.

Для каждого товара можно задать допуск недопоставки и перепоставки в процентном выражении с целью автоматизации обработки закупок. Предусмотрена возможность недопоставки или перепоставки по заказам, т. е. отправки заказа в объемах, отличных от договорных.

Возврат товара

Система поддерживает как возврат закупки поставщику, так и регистрацию возврата от клиента. Каждой операции возврата товара присваивается уникальный идентификационный номер, упрощающий обработку возврата и выдачу отчетности.

Пользователь может определить любое количество причин возврата товара и поставить им в соответствие определенные ответные действия. В зависимости от причины возврата можно забраковать товар, выполнить ремонт, провести экспертизу, возвратить его на склад или вернуть поставщику. При возврате товара выполняется откат всех связанных бухгалтерских и складских проводок, что гарантирует точное восстановление статус-кво на момент отправки товара: изделие приходуется по исходной цене с реальными издержками.

Резервирование

Механизм резервирования исключает нехватку складских запасов на выполнение заказа или производства. Резервирование может осуществляться как вручную, так и автоматически. Помимо наличных складских запасов пользователь вправе зарезервировать предстоящие приходы по закупкам. Система позволяет закрепить за заказом товар из определенной складской ячейки или партии, зарезервировать номенклатурную единицу с выбранным номером серии/партии.

Ценообразование и формирование сценариев скидок

Модуль "Торговля" содержит средства автоматического расчета цены реализации товара на основе его закупочной цены

или себестоимости. Для этого достаточно зафиксировать маржу или ввести надбавку в процентах от накладных расходов. ***Модуль "Логистика"*** предусматривает удобные средства поддержки индивидуальной ценовой политики в отношении клиентов, поставщиков, а также их групп. При необходимости можно распечатать прайс-лист для конкретного клиента или вывести прейскурант цен, предоставленный поставщиком продукции.

Регистрация коммерческих соглашений ведется с конкретизацией валюты, сроков действия договора, номенклатуры и объемов заказа (закупки). В системе предусмотрен практичный механизм формирования сценариев скидок. Поддерживаются три типа скидок:

- строчные скидки по отдельным товарам;
- многострочные скидки по нескольким товарным позициям;
- общие скидки на всю сумму закупки или заказа.

Скидки могут иметь как постоянную составляющую, так и переменную, которая исчисляется в процентах от валовой суммы. Они привязываются к размеру, стоимости партии товара или к дате заключения сделки. Система самостоятельно начисляет скидки с цены реализации и корректирует закупочные цены в соответствии с заданными критериями.

Накладные расходы

В системе предусмотрено автоматическое начисление накладных расходов, т. е. затрат на транспортировку товара, оплату пошлин и акцизов, а также услуг сторонних организаций. Накладные расходы, которые возникают при каждой закупке/заказе, определяются на уровне номенклатурных единиц с опцией включения в цену товара. ***Модуль "Логистика"*** позволяет задать накладные расходы на уровне закупки или заказа. Последний механизм отличается большей гибкостью и позволяет сопоставить накладные расходы клиентам, поставщикам, группам поставщиков и клиентов.

Расходы могут быть как фиксированными, так и процентными. Количество накладных расходов не ограничено, они начисляются как на весь заказ/закупку с обязательным распределением по строкам, так и по отдельным товарным позициям. Накладные расходы можно отнести на себестоимость продук-

ции, провести по кредитору или отдельному счету главной книги. Поддерживается начисление налогов на накладные расходы.

ABC-классификация

Microsoft Dynamics AX содержит средства разбиения номенклатуры по трем категориям: A, B и C. Разбиение идет по одной из четырех моделей: по оборачиваемости заказов, прибыльности, валовому доходу или стоимости запасов. Имеется возможность выбора интервала номенклатурных единиц/групп, подлежащих ABC-классификации. Классификация номенклатуры повышает эффективность сводного планирования, формируя базу для распределения номенклатуры по методике планирования покрытия. С одной стороны, планирование покрытия потребностей становится адаптивным, а с другой – требует минимальных затрат времени.

Складской учет

В Microsoft Dynamics AX реализован учет номенклатуры трех типов: готовых товаров или комплектующих, услуг и спецификаций (составных товаров). Поддерживается неограниченное количество единиц складского учета, между которыми задаются правила пересчета. Так, предприятие может закупать товар в контейнерах, а продавать поштучно. Допускается регистрация принятой у клиента или поставщика кодировки номенклатуры.

Система ведет подробный мониторинг товарно-материальных потоков. По каждой партии формируется складская проводка, описывающая движение товара. Проводки характеризуются определенным набором кодов складской аналитики и статусом, который отражает этап движения партии. Сумма проводок определяет уровень наличных запасов, количество заказанных, зарезервированных и отпущенных товаров.

Создание проводки инициируется любым действием, потенциально влияющим на уровень складских запасов: оформлением закупки, производства, созданием журнальной строки. С продажей товара проводки не удаляются, что позволяет выполнять откат операций (например, регистрацию возврата). По каждому движению можно проследить источник формирования запасов, вывести список бухгалтерских проводок.

Наличие такой целостной истории формирования товарно-материальных запасов гарантирует точную оценку запасов и

позволяет генерировать исчерпывающие отчеты по состоянию склада.

Инвентаризация

Система поддерживает инвентаризацию склада. Для этого используются специальные журналы инвентаризации. После заполнения журналов автоматически подсчитывается разница между результатами инвентаризации и учтенными в системе запасами, после чего создаются корректирующие складские проводки. Предусмотрен механизм проведения периодической инвентаризации.

Управление погрузочно-разгрузочными операциями

Модуль "Управление складом" служит центром контроля операций погрузки, разгрузки и транспортировки товаров по складу. Такое управление товарно-материальными потоками на физическом уровне невозможно без точной идентификации местоположения груза, поэтому каждой упаковке товара в "Microsoft Dynamics AX" ставится в соответствие набор кодов складской аналитики (координат). В их числе: код склада, номер прохода на складе, стеллаж, полка, позиция ячейки хранения на полке, идентификатор тары. Цикл обработки груза средствами модуля "Управление складом" включает следующие этапы:

- Оприходование на приемочной площадке. Система нумерует поступающие грузы и снабжает тару этикетками с штриховым кодом. Далее система подыскивает для груза свободную ячейку с учетом требований к условиям хранения.
- Транспортировка до ячейки хранения выполняется с привлечением подъемно-транспортного оборудования, например, вилочного погрузчика. Для контроля над процессом перемещения груза ведется специальный журнал незавершенных операций транспортировки.
- Хранение упакованного товара в ячейке. Все складские ячейки отнесены к той или иной зоне, характеризируемой условиями хранения: температурой, режимом охраны, оборотом и т. д.
- Для выполнения клиентских заказов активизируется комплектация груза. Система формирует журнал заданий по транспортировке товара до отгрузочного дебаркадера и упаковке грузов, выдает подробный маршрут комплектации.

- Отправка груза потребителю с печатью транспортной накладной в главную книгу служит заключительным этапом обработки груза. Одновременно выполняется проводка финансовых результатов.

Отслеживание серийных номеров и партий

В базовую функциональность модуля ″Логистика″ входит нумерация партий и поддержка серийных номеров. Система позволяет регистрировать номера, присвоенные товару поставщиком, а также автоматически генерировать серийные номера и номера партий по шаблону. Предусмотрен контроль сроков годности партий товара. Работа с номерами партий и серий происходит на уровне кодов складской аналитики (складов и ячеек хранения), что позволяет отслеживать движение партий и сопоставлять расходы определенной партии/серийному номеру (вести партионный учет).

Модули логистики системы Axapta поддерживают следующие направления работы подразделений логистики:

- ежедневный учет: операции по закупке, продаже, прочие складские операции, работа со спецификациями;
- настройку склада и номенклатурных единиц
- организацию работы складской инфраструктуры: управление размещением и упаковкой грузов по отдельным складским ячейкам, мониторинг подъемно-транспортного оборудования, учет тары;
- анализ товарно-материальных потоков: получение информации о складских движениях и уровне запасов, использование специальных отчетов по логистике, таких как АВС-классификация и пр.;
- планирование товарно-материального движения: составление планов и работа с ними, расчет потребностей в товаре и использование его результатов, а также прогнозирование уровня складских запасов.

Описание группы Б.

Наибольшее распространение в данном классе имеют:

- транспортная логистика (ИСУ транспортной логистикой). Задачи: оперативное управление перевозками (в т. ч. интермодальными);

- складская логистика (ИСУ складской логистикой). Задачи: обслуживание складского хозяйства (учет, оперативная документация);
- логистика макроуровня.

Транспортная логистика

В области транспортной логистики система InterLogistics, разработанная компанией "ИнтегПрог" позволяет автоматизировать информационно-технологическую деятельность компаний, участвующих в процессах организации перевозок:

- прием предложений от поставщиков транспортных услуг;
- формирование комплексных пакетов услуг;
- прием заявок и заключение контрактов на перевозку;
- предварительное планирование перевозки:
  - выбор транспорта;
  - выбор перевозчика;
  - выбор схемы (рейса, линии) и времени;
  - предварительный расчет затрат.
- прием и обработку груза;
- хранение и учет груза на терминале (складе);
- консолидацию и расконсолидацию груза;
- выпуск сопроводительной документации;
- организацию движения грузопотока и взаимодействие между участниками;
- контроль движения грузопотока и обработка инцидентов;
- проведение количественного и качественного анализа;

Складская логистика

В каждом отдельно взятом случае для конкретного склада параметры складской системы значительно отличаются друг от друга так же, как ее элементы и сама структура, основанная на взаимодействии этих элементов. Поэтому при разработке складских систем, например, компания "ИнтегПрог" руководствуется принципом – лишь индивидуальное решение с учетом всех влияющих факторов может сделать складскую систему рентабельной. Предпосылкой такого подхода является четкое определение функциональных задач системы и основательный анализ переработки груза как внутри, так и вне склада.

Логистические терминалы – аккумулируют информацию о перевозках в регионе, о свободных перевозчиках, о потребностях в перевозке, позволяя добиться выгодного распределения мощностей различных компаний-перевозчиков с выгодным удовлетворением спроса на перевозки.

Транспортно-логистические центры – центры, объединенные в единую систему коллективного пользования, основные заказчики услуг ТЛЦ: грузовладельцы, экспедиторские и транспортные компании.

Индустриально-логистические центры

4.9.2. Информационно-коммуникационные технологии

4.9.2.1. Логистические ИКТ

Логистические ИКТ обычно определяются как совокупность операций в ЛС, связанных с получением и обработкой потоков информации в реальном масштабе времени о внутренних материальных потоках, характеристиках и запасах МР, НП, ГП, грузовых отправках, параметрах заказов и других логистических характеристиках. С точки зрения внешней логистики фирмы нуждаются в коммуникациях с логистическими посредниками в обработке заказов, транспортировке, грузопереработке, управлении запасами с торговыми посредниками, банками, страховыми фирмами и непосредственно с конечными потребителями ГП.

Логистические ИКТ относятся к классу так называемых новых информационных технологий, которые определяются как совокупность внедряемых («встраиваемых») в системы организационного управления принципиально новых средств и методов обработки данных, представляющих собой целостные технологические системы и обеспечивающих целенаправленное создание, передачу, хранение и отображение информационного продукта (данных, идей, знаний) с наименьшими затратами и в соответствии с закономерностями той социальной среды, где развиваются новые информационные технологии.

Различают следующие виды базовых информационных технологий:

• микроэлектронных компонентов;

• технического обеспечения;
• программного обеспечения;
• телекоммуникаций.

Для логистического менеджмента фирм важную роль играет интерфейс рынка ИКТ с базовыми технологиями, который можно представить в виде схемы (рис. 4.13). Сложность, большая размерность и наличие огромного количества документов, используемых при управлении материальными потоками в ЛС, вызвали появление за рубежом концепции «Electronic Data Interchange» – EDI («электронного обмена данными»). В наиболее общей трактовке EDI представляет собой компьютерный информационный обмен между пользователями с применением стандартного формата данных и обслуживающий современные телекоммуникационные технологии. Относительно недавно применение EDI буквально революционизировало процедуры управления заказами в зарубежных фирмах.

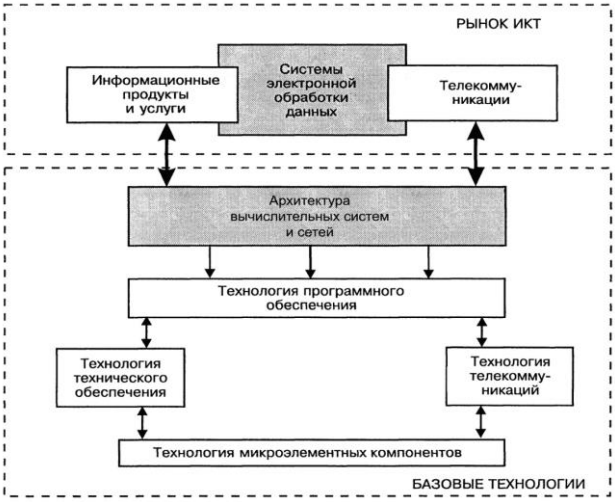


Рис. 4.19. Интерфейс рынка информационно-компьютерных технологий с базовыми информационными технологиями

Использование EDI улучшает достоверность, своевременность и качество логистической информации. Для реализации

всех преимуществ EDI необходимо связать все ЗЛС, а также потребителей и других внешних пользователей логистической информации телекоммуникационными каналами. Эта связь осуществляется за счет фирменных локальных сетей, коммерческих и некоммерческих телекоммуникационных сетей, действующих в пределах региона, страны или глобальных (например, Compuserve, America Online, Relcom, Internet и других).

Непосредственная выгода применения EDI в ЛС проявляется в следующих основных моментах:

- возрастание производительности в операционном менеджменте;
- улучшение канальных взаимоотношений между ЗЛС;
- возрастание производительности внешних подсистем ЛС;
- возрастание способности к полной интеграции действий ЗЛС;
- уменьшение операционных и административных издержек.

Повышение производительности достигается за счет быстрой передачи и обработки информации, а точности и достоверности данных – за счет уменьшения количества бумажных документов и возможности ошибок ввода данных. Сокращение логистических издержек достигается за счет уменьшения доли живого труда и материальных затрат, связанных с печатью, почтой, процедурами бумажного документооборота; сокращения телефонных, телексных и факсимильных коммуникаций; уменьшения административных затрат. Известно множество примеров успешного использования EDI крупнейшими зарубежными фирмами. Например, концерн Volvo получает ежегодную экономию около 30 млн. дол. в автоматизированной дистрибутивной сети управления запасами за счет внедрения EDI. Другим примером является интегрированное использование EDI крупнейшей в мире компанией по распределению почтовых отправлений United Parcel Service (UPS) США. В 1992 г. коммуникационная сеть UPS, в которой использовался EDI, объединяла 6 супер-ЭВМ, 250 мини-ЭВМ, 40 000 персональных компьютеров, около 75000 терминалов между более чем 1300 дистрибутивными центрами во всем мире.

Для EDI существенными являются коммуникационные и информационные стандарты. Коммуникационные стандарты

определяют технические характеристики таким образом, чтобы компьютеры могли корректно интерпретировать обмен информацией. Коммуникационные стандарты определяют характеристики приема, преобразования и скорость передачи данных. Информационные стандарты регламентируют структуру и вид документов, которые должны быть переданы.

Наиболее часто используемые в EDI коммуникационные стандарты – это ASC (стандарт Американского комитета стандартов X.12) и стандарт UN/EDIFACT (о котором мы уже упоминали ранее), стандарт TDK/EDIA и другие, Стандарт ASC X.12 используется в основном в США, а EDIFACT играет главную роль (в т. ч. и в логистике), т. к. используется в глобальном масштабе (например, в странах ЕС).

Информационные стандарты определяются так называемыми транзакционными рядами (в логистике рядами УДЕ). Транзакционный ряд – это ряд кодов, описывающих связанные электронные документы. В таблице приведены наиболее распространенные общие промышленные информационные стандарты, связанные с логистическим менеджментом в управлении заказами, складировании и транспортировки в США.

Примеры логистических транзакционных рядов документов, использующих коды, приведены в таблице. Транзакционный код идентифицирует соответствующий документ (реквизит). Применение стандартов EDI в логистических ИКТ постоянно расширяется.

Преимущества применения стандартов EDI в логистике заказов достигается при определенном объеме сообщений, что подтверждается обобщенными графиками изменения затрат при использовании различных способов передачи информации в логистических каналах.

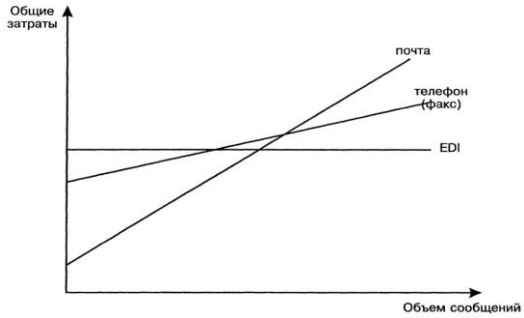


Рис. 4.20. Сравнительные затраты при использовании различных коммуникаций в логистическом менеджменте заказов

4.9.2.2. Развитие ИКТ в Казахстане

ИКТ открывает путь казахстанским предприятиям стать на новую ступень развития, а также активно участвовать в конкурентной борьбе не только внутри государства, но и выйти на международный уровень. В современном обществе сектор ИКТ является приоритетом государственной экономической политики. Инфосетевой сектор предоставляет свою продукцию для экономической системы, государства, населения, науки.

Динамика роста затрат на информационные технологии в республике из года в год набирает темпы, уделяется внимание приобретению программных средств, обучению сотрудников, самостоятельной разработке программного обеспечения и т. д. (табл. 4.6).

Таблица 4.6

Общие затраты на информационные технологии, млн. тенге

	2007	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**
Всего	**53 485,8**	**78 159,4**	**126 597,2**	**147 538,3**	**214 179,7**
в том числе на:					
приобретение вычислительной техники	16 514,2	25 159,1	44 882,0	57 620,4	85 087,3
приобретение программных средств	10 215,4	23 782,5	17 535,4	27 337,3	23 736,1
самостоятельная разработка ПО внутри организации	-	-	1 411,5	2 184,9	2 040,0
оплату услуг связи	12 189,0	16 856,8	38 314,0	36 475,3	56 906,5
обучение сотрудников	712,3	1 167,4	827,8	1 434,9	1 397,0
оплату услуг сторонних организаций и специалистов, связанных с информационными технологиями	8 637,7	7 952,2	15 938,0	15 616,3	25 040,7
на рекламу в сети Интернет	-	-	-	-	805,3
на создание и содержание Интернет-ресурсов	-	-	-	-	1 249,0
прокат средств ИКТ	-	-	853,5	943,4	3 591,2
прочие затраты на информационные технологии	5 217,2	3 241,2	6 835,0	5 925,8	14 326,6
Источник: Агентство Республики Казахстан по статистике, www.stat.kz (03.03.13)					

Благодаря развитию ИКТ в Республики Казахстан повышается уровень качества предоставляемых услуг большинства компаний, фирм и предприятий. Ежегодно в нашей стране увеличивается доля экспорта и импорта товаров сектора ИКТ, что также является свидетельством того, что наше государство развивается с каждым годом, выходя на более инновационный уровень развития экономики и бизнеса (табл. 4.7). По сравнению с 2009 г. в 2011 г. было выделено около 2 160 млн. дол. США на импорт товаров сектора ИКТ и около 65 млн. дол. США на экспорт. Особое внимание уделялось телекоммуникационному оборудованию (около 985 млн. дол. США), компьютерам и сопутствующему оборудованию, электронным компонентам, аудио- и видеооборудованию.

Таблица 4.7

Экспорт и импорт товаров сектора ИКТ, млн. дол. США

	2009		2010		2011	
	Экспорт	**Импорт**	**Экспорт**	**Импорт**	**Экспорт**	**Импорт**
Всего по сектору ИКТ	**52,4**	**1494,8**	**48,2**	**1502,9**	**64,8**	**2159,9**
в том числе:						
Телекоммуникационное оборудование	4,5	325,8	6,1	562,9	16,6	984,4
Компьютеры и сопутствующее оборудование	14,2	291,8	1,4	35,8	0,7	35,0
Электронные компоненты	7,3	139,5	4,4	99,9	4,8	131,6
Аудио и видео оборудование	14,3	349,1	17,4	317,9	13,9	515,8
Источник: Агентство Республики Казахстан по статистике, www.stat.kz (03.03.13)						

Возможное влияние социальных, экономических и правовых факторов на процессы развития, основывающиеся на использовании ИКТ (табл. 5) особую значимость для руководящих деятелей, поскольку правовая и нормативная среда может оказывать глубокое влияние на стимулы и сдерживающие факторы, движущие поведением инвесторов, поставщиков ИКТ и пользователей.

Благодаря развитию ИКТ в РК имеются большие возможности своевременно анализировать текущую ситуацию развития мирового рынка, конкурентоспособности компаний, предоставляя возможность быстрого реагирования всех сфер бизнеса и государства в целом.

Таблица 4.8

Показатели использования ИКТ на предприятиях, %

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Доля предприятий, имеющих компьютеры	75,4	79,4	76,6	69,8	62,7	65,2
Доля предприятий, имеющих доступ к Интернет	55,9	61,7	55,5	54,2	52,9	55,4
Доля предприятий, имеющих веб-сайт	11,1	13,6	7,4	7,6	24,8	20,4
Доля предприятий, имеющих Интранет	6,7	9,2	5,4	16,5	17,3	21,0
Доля предприятий, получающих заказы по Интернету	14,8	17,3	14,1	13,0	13,0	4,7
Доля предприятий, размещающих заказы по Интернету	15,2	18,5	14,9	15,0	15,7	3,6
Доля предприятий, имеющих локальную вычислительную сеть	34,7	41,9	23,6	27,8	26,8	28,44
Доля предприятий, имеющих Экстранет	2,3	2,5	0,9	1,7	1,5	1,44
Источник: Агентство Республики Казахстан по статистике, www.stat.kz (03.03.13)						

Информационный кластер работает как антипространственная агрегация субъектов экономики на основе установления информационных каналов связи, который обеспечит синергию конкуренции и кооперации.

4.9.3. Технологии штрих-кодирования и сканирования

Первые системы штрихового кодирования появились в США в начале 1970 гг. Так, в 1973 г. была принята к внедрению первая система штрихового кодирования UPS – Universal Product Code. В 1977 г. своя система штрихового кодирования была принята и в Европе. Европейская система кодирования (EAN – European Article Numbering) утвердилась со временем во всех

европейских странах и даже за пределами европейского континента. Принята эта система, в частности, и в России.

Популярность штрихового кодирования объясняется теми очевидными преимуществами, которые оно обеспечивает по сравнению с ручной обработкой информации. Простота использования, высокая скорость и надежность считывания информации, электронная обработка данных – все это позволяет существенно снизить затраты, связанные с контролем движения материальных потоков.

Ярким примером актуальности использования данной технологии в логистических процессах служит контроль складских поступлений или продаж в розничной торговле. Материальными носителями данной технологии являются наклейки со штрих-кодами, помещаемые на отдельные товарные упаковки (ящики, контейнеры и даже железнодорожные вагоны) или отдельный товар. Большинство потребителей знакомо с универсальными товарными кодами, УТК (Universal Product Code, UPC), которыми сегодня маркируют практически все потребительские товары.

Штрих-коды начали впервые применять в 1972 г. Каждый такой код представлял собой пятизначное число, однозначно обозначающее определенного производителя и продукт. Стандартизованные штрих-коды позволяют уменьшить количество ошибок в процессе получения, обработки и отправки грузов. Например, некоторые штрих-коды содержат указания на размер упаковки, и даже вкус продукта.

Основная цель штрих-кодов – разместить максимальное количество информации на минимальной площади.

Однако сложность при этом состоит в том, что чем компактнее код, тем больше вероятность ошибки при его считывании. В новейших кодах заложена возможность выявления и исправления ошибок, возникающих при сканировании.

Существуют следующие разновидности штрих-кодов:

- одномерные, линейные (на одном дюйме размещается от 15 до 17 знаков);
- многомерные, имеющие матричную структуру (на одном дюйме размещается до 1800 знаков). Это матричные коды (один штрих-код как бы «налагается» поверх другого). Представители

этой группы: 49, 16К и PDF 417 (portable data file, что буквально означает «переносной файл данных»);

• контейнерные. Основной представитель – Универсальный контейнерный код UCC 128 (Serial Shipping Container Code), приобретающий большую популярность в качестве международного стандарта. Он позволяет идентифицировать каждый транспортируемый контейнер, что упрощает маршрутизацию и отслеживание грузов. По коду UCC 128 производителям и дистрибьюторам легко проследить за движением любого контейнера от производства до пункта продажи. Код UCC 128 используют в сочетании с электронным предуведомлением об отправке, в котором точно указывается ее состав.

Преимущества применения штрих-кодирования для участников логистической цепи. Грузоотправители:

• облегчение процесса подготовки и обработки заказов;

• устранение ошибок при транспортировке;

• сокращение трудовых затрат;

• совершенствование учета;

• сокращение времени хранения запасов; перевозчики;

• интеграция платежной информации;

• клиенты получают доступ к информации в реальном времени;

• улучшение учета транспортировок;

• контроль за транспортом в пути;

• упрощение обработки контейнеров;

• возможность выявления несовместимой продукции на борту транспортного средства;

• сокращение времени на передачу информации; склады;

• облегчение процесса подготовки, обработки и отправки заказов;

• повышение точности контроля за состоянием запасов;

• клиенты получают доступ к информации в режиме реального времени;

• защита информации от несанкционированного доступа;

• сокращение трудозатрат;

• точность регистрации поступлений на склад; оптовая и розничная торговля:

• точность учета запасов и взимаемой оплаты;

• ускорение инвентаризации;

• сокращение времени хранения запасов, увеличение гибкости системы.

Проблемы, возникающие при применении штрих-кодирования для участников логистической цепи:

• отсутствие единой стандартизованной системы штрих-кодирования;

• нежелание отдельных организаций переходить на единую стандартизованную систему штрих-кодирования (разные запросы разных отраслей, потеря конкурентных преимуществ).

Другим ключевым компонентом технологии автоматической идентификации грузов и неотъемлемым продолжением штрих-кодирования является сканирование – считывание штрих-кодов и преобразование в приходную для употребления информацию.

Существуют два типа сканеров, используемых в логистическом процессе: портативные (ручные) и стационарные.

В сканерах обоих типов может применяться либо контактная, либо неконтактная технология считывания. У контактных сканеров считывающее устройство должно касаться штрих-кода. Это уменьшает количество ошибок при считывании, но при этом утрачивается и гибкость использования. В настоящее время самыми популярными (65 %) являются портативные лазерные сканеры (неконтактные).

Технология сканирования имеет две основные сферы применения в логистике:

1) кассы магазинов розничной торговли, т. е. непосредственные места продажи. Здесь не только печатают чеки для покупателей, но и осуществляют строгий контроль за движением запасов на уровне всего магазина. С помощью сканеров удается вести точный учет всего проданного и одновременно поддерживать нужный уровень запасов, поскольку данные с места продажи могут быть сразу же переданы поставщикам. Точный учет движения товаров сокращает неопределенность и позволяет уменьшить объем страховых запасов. Оперативная передача данных с места продажи не только облегчает проведение маркетинговых исследований и пополнение запасов, но и обеспечива-

ет всем участникам логистической цепи конкурентные преимущества;

2) грузопереработка и контроль за грузопотоками. Посредством сканирования можно следить за перемещением грузов, получать информацию о месте их хранения, времени отгрузки и доставки. Более широкое применение сканеров обещает рост производительности и уменьшение числа ошибок. Например, по отчетным данным компании «Walgreens» внедрение технологии сканирования позволило автоматизировать систему пополнения запасов, повысило качество маркетинга и привело к сокращению совокупного объема запасов на 8 %.

4.9.4. Технологии радиочастотной идентификации (Radio Frequency Identification – RFID)

Технология радиочастотной идентификации (RFID) начала свое наступательное развитие более 10 лет назад (в начале 90-х годов XX в.). В настоящее время становится альтернативой штрих-кодированию.

Радиочастотная идентификация имеет существенные преимущества по сравнению штиховым кодированием:

- Радиометка содержит информацию примерно в 20 раз больше, чем штрих-код;
- Эта информация может быть изменена или полностью заменена на другую в процессе товародвижения;
- Считывание информации осуществляется автоматически, на расстоянии (до 10 м), при любом положении метки, с движущегося объекта (до 100 км/с);
- Радиосигналы метки проходят через древесину, бумагу, пластмассу, картон, стекло. Им не мешают грязь, пыль, пар.

Эти преимущества очень существенны именно для управления цепочками поставок (в логистике). Так, крупнейшая торговая сеть Wal-Mart (США) полностью перешла на RFID-технологии. Итальянская компания Benetton (более 5 тыс. торговых точек по продаже спортивной одежды в мире) заказала и приобрела в 2003 г. 15 млн. радиометок. Эти метки размером

меньше зернышка риса вшиваются в одежду различных моделей и позволяют автоматически контролировать ее продвижение от изготовителя к потребителю, а также сроки реализации. Благодаря применению радиометок компании Benetton удалось почти на 15 % сократить запасы одежды в торговой сети.

Департамент обороны США потребовал от своих поставщиков продукции для вооруженных сил страны обеспечить полный переход на RFID-технологии уже в январе 2005 г. Широко используются такие технологии в США и Евросоюзе для предотвращения террористической деятельности. В США готовится решение об обязательном внесении RFID-данных в электронные накладные, сопровождающие грузы и почтовую корреспонденцию.

В нашей республике в настоящее время принимаются шаги по внедрению RFID-технологий. Научно-Технический Центр (НТЦ) подписал контракт по установке технологии мониторинга груза на основе платформы, разработанной Мерилендским производителем решения для контроля и распознавания на основе радиочастот, компанией Hi-G-Tek. Руководители НТЦ установят Автоматическую Систему Контроля Доставки Товара, используя внешние считыватели информации Hi-G-Tek, ручные считыватели и пломбы многократного использования Hi-G-Locks, на некоторых таможенных постах между Россией и Китаем.

Установка системы радиочастотного мониторинга груза – это попытка Комитета Таможенного Контроля Республики Казахстан предотвратить воровство. Применение защиты также является попыткой увеличить объемы перевозок грузов через посты и достичь прибыли от установленных тарифов. С 2-мя млрд. дол./год, проходящими через страну каждый год, Казахстан становится основным коммерческим путем между Китаем и Европой.

Важнейшим условием применения RFID-технологии в логистике является:

- разработка стандартов кодирования радиометок;
- встраивание RFID-технологии в программные приложения информационных систем.

Решением этих проблем занимаются многие компании мирового уровня, в частности консорциум EPCglobal. Предлагаемые им стандарты обеспечивают регламенты передачи информации через связующие специализированные компьютерные программы от RFID-считывателей в базы электронных данных тех приложений ERP-систем, которые управляют товародвижением взаимодействцющих предприятий. Один из таких стандартов получил название SAVANT. Эти стандарты решают также задачи конфиденциальной информации.

Сегодня RFID технология рассматривается как уникальная, дающая неоспоримые преимущества перед всеми известными способами маркировки товаров и объектов, будь то животное или даже человек.

Система радиочастотной идентификации эффективно справляется с их учетом, контролем и отслеживанием. Получая достоверную информацию о них, реально приближенную к настоящему времени. Эта технология обеспечивает возможность автоматической бесконтактной идентификации объектов посредством радиосредств.

Современные технические решения предполагают ручной ввод информации или ее ручное сканирование при помощи 2D и штрих-кодов. Решения с использованием ручного труда достаточно дороги, обладают невысоким быстродействием и подвержены ошибкам. При этом использование технологии RFID является потенциальным решением проблемы преобразования информации из физической в электронную форму. Радиочастотная идентификация является одной из наиболее заметно развивающихся современных технологий. На сегодняшний день RFID-системы находят применение в самых разнообразных сферах, где необходим точный контроль, отслеживание и учет перемещений различных объектов и получать по ним всю необходимую информацию.

Данная технология широко применима, в самых разнообразных сферах человеческой деятельности и ее области постоянно растут. RFID выступает как центральное звено для автоматизации почти всех процессов в таких направлениях, как: промышленность, производство, торговля, транспортная и склад-

ская логистика, образование, спорт, подтверждения подлинности, защита от фальсификата и контрафакта, системы контроля и управления доступом, медицина, транспортные и налоговые платежи, дистанционное управление, сельское хозяйство, человеческие имплантаты, системы управления багажом, учет товаров и материальных средств, система локализации объектов в реальном режиме времени, и многое другое.

4.9.5. Технологии мобильной связи

Развитие мобильной связи значительно повышает эффективность информационных технологий в логистике. В прошлом коммуникационные возможности в логистике были весьма ограничены в силу децентрализации операций снабжения и сбыта и неспособности поддерживать постоянную связь с транспортными средствами в пути, так что в процессе транспортировки и грузопереработки работникам приходилось полагаться только на предварительные инструкции, а менеджерам – надеяться на то, что никакие непредвиденные события не нарушат намеченный порядок действий. Иными словами, из-за некачественных коммуникационных средств между источниками информации, реальными операциями и принятием решений существовал пространственно-временной разрыв. Ситуацию изменило появление мобильной связи.

В настоящее время крупнейшие фирмы-разработчики компьютерных систем «Intel» и «Microsoft» разработали глобальное стратегическое видение корпораций, которое выражается формулой «конвергенции вычислительных и коммуникационных технологий» (внедрение коммуникационных возможностей в архитектуру вычислительных устройств). Персональные компьютеры (ПК), серверы, ноутбуки сегодня немыслимы без коммуникационных возможностей, да и стремление к слиянию карманных ПК (КПК) и сотовых телефонов – также очевидная тенденция (пример – появившиеся на рынке смартфоны, мобильные телефоны со встроенными функциями КПК).

Наиболее значимые направления технологий мобильной связи, оказывающие существенное влияние на логистический процесс:

• мобильная телефонная связь;

• спутниковые коммуникационные технологии;

• технологии обработки и передачи графической информации. Мобильные телефоны могут использоваться для передачи информации:

• в устной форме;

в документированной форме (SMS-сообщения, WAP – протоколы передачи данных);

• при небольшом радиусе действия (двусторонняя связь на ограниченном расстоянии, например, в распределительных центрах или других логистических подразделениях);

• на значительном расстоянии при наличии дополнительных возможностей.

Мобильная телефонная связь позволяет, например, водителям погрузчиков получать оперативные распоряжения от менеджеров и при необходимости вносить коррективы в работу, не полагаясь исключительно на инструкции, выдаваемые в начале рабочей смены. Это делает логистические операции более гибкими и чувствительными к изменению внешних условий, а также дает возможность повысить уровень сервиса с меньшей затратой ресурсов.

Типичное логистическое применение низкочастотных телекоммуникаций – двусторонний обмен информацией при выполнении складских инструкций по подборке заказа, при проверке данных складского учета и при маркировке товаров.

Спутниковые коммуникационные технологии позволяют наладить связь на широком географическом пространстве, например, в регионе или в мировом пространстве.

Преимущество спутниковой связи заключается в возможности быстро передавать значительные объемы информации в любую точку Земли.

Так, в транснациональной автотранспортной компании «Schneider National» установленные на кабинах грузовиков спутниковые антенны служат для связи между водителями и диспетчерами. Это позволяет всегда точно знать, где и куда движется груз, оперативно менять маршрут в случае изменения адреса доставки или возникновения пробок на дорогах.

Сети розничных магазинов используют спутниковую связь для ежедневного информирования головного офиса компании о продажах за день. Это дает возможность оперативно пополнять товары и изменять схему маркетинга в зависимости от складывающейся ситуации.

Технологии обработки и передачи графической информации базируются на технологии оптического считывания (сканирования) и факсимильной или компьютерной связи и используются для передачи и хранения, например, транспортной документации.

Для потребителей своевременное получение транспортной документации имеет почти такое же значение, как своевременная доставка груза. После отправки груза клиентам сопроводительную документацию передают в информационный центр, где ее сканируют и направляют в коммуникационные каналы. Затем электронные копии документов отправляют в центр обработки данных, где они хранятся на оптических лазерных дисках. Уже на следующий день грузополучатели могут иметь доступ к этим документам через каналы компьютерной связи или по телефону через своего представителя. Запрос на получение копии документации может быть удовлетворен за несколько минут.

Преимущество грузополучателей при работе по такой технологии заключается в простоте получения своевременной и точной информации о предстоящих поставках и платежах. Перевозчики тоже выигрывают, поскольку у них отпадает необходимость в ведении бумажной документации, уменьшается вероятность утери важной информации, а отношения с грузополучателями делаются более надежными.

4.9.6. Интернет-технологии

Актуальность использования Интернет-технологий в логистике трудно переоценить. Можно констатировать, что на современном этапе информатизации общества именно эта технология является наиболее значимой в комплексе информационных решений и постепенно поглощает все вышеперечисленные информационные технологии взаимодействия.

Следует различать несколько уровней использования Интернета, причем применительно к логистике только некоторые из них могут претендовать на реальное понятие полноценного использования Интернет-технологий в логистическом процессе.

1. Применение Интернета в качестве средства поиска информации и заказа каких-либо товаров и услуг. Это достаточно пассивный способ использования Интернета. Он позволяет получать новую информацию, экономит время, но возможности Интернета гораздо шире.

2. «Обязательное присутствие». Наличие Web-сайта организации с информацией, рассказывающей о предприятии и предлагаемых им продуктах. Как правило, это серверы с небольшим объемом и редко обновляемой информацией, и клиент лишен возможности сформировать заказ или получить услугу и тем более оплатить ее.

3. Выделение Интернета в «самостоятельный бизнес». В этом случае сфера Интернета является товаром или услугой и предлагает:

• интернет-провайдинг. Эти услуги предлагаются провайдерами или другими высокотехнологичными компаниями, чей бизнес тесно связан с передачей данных, например, компаниями сотовой связи. Данные компании могут быть рассмотрены в качестве звеньев логистической сети;

• предоставление информационных товаров и услуг. К ним можно отнести поисковые машины, электронные издания, архивы информации;

• интернет-банкинг и электронная коммерция;

• услуги по разработке и дизайну Web-серверов, а также программно-аппаратные средства их разработки (Cold Fusion, Диасофт, Студия Артемия Лебедева).

4. Включение Интернета в логистическую цепь в качестве звена для поддержки основного бизнеса. На этом уровне структура самого бизнеса сохраняется, а Интернет, хотя и играет вспомогательную роль, но позволяет значительно повысить его эффективность за счет таких факторов, как:

• повышение привлекательности для клиента;

• автоматизация процесса выбора, заказа и оплаты товара с самого начального этапа работы с клиентом (позволяет повысить оперативность работы, а также избежать многократного копирования информации и возможных ошибок);

• повышение эффективности рекламы товаров и услуг за счет оперативного распространения информации о событиях и новостях организации.

Следует отметить, что именно данный уровень использования Интернета отражает реальное понятие электронного бизнеса в логистике.

Электронный бизнес – это осуществление организацией большей части бизнес-функций электронными средствами (в частности, к ним относится электронная торговля, осуществляемая через он-лайновые сетевые службы).

Электронный бизнес предполагает оперативный (в т. ч. интерактивный) обмен информацией и документами, а также дистанционное управление платежами и материальными ресурсами. Важно, чтобы в логистическом цикле «закупка – производство – реализация» присутствовали и работали все его звенья, включая производство электронных платежей.

Взаимодействие компании и конечного потребителя в системе электронного бизнеса принято обозначить B2C (Business-to-Customer), деловые отношения между компаниями – B2B (Business-to-Business), а взаимоотношения коммерческих и бюджетных (государственных) организаций – B2G (Business-to-Government). Важно рассмотреть специфику управленческих решений, которые имеют место при реализации этих технологий в логистическом процессе.

B2C-технология реализуется через интернет-магазины. Логистические 'решения осуществляются здесь на уровне продавца и покупателя и включают оформление заказа, управление запасами, оформление покупки.

B2B-технологии – это технологии, позволяющие организовать взаимодействие между звеньями логистической цепи (например, заказчиками и поставщиками) через Интернет. Автоматизация такого взаимодействия может быть осуществлена посредством КИС либо электронной торговой площадки (ЭТП).

В случае использования КИС поставка материалов и сбыт готовой продукции предполагают включение в состав КИС решений для обмена информацией с внешними источниками – поставщиками и дилерами. Таким образом, КИС реализует функции B2B в ограниченном варианте – взаимодействие осуществляется с ограниченным набором контрагентов, связь «один ко многим».

При реализации B2B через ЭТП осуществляется взаимодействие между компаниями, являющимися контрагентами на определенном рынке или сегментах рынка. В отличие от КИС и B2C-решений (например, интернет-магазинов), которые дают возможность большому числу покупателей взаимодействовать с одним продавцом, ЭТП представляют собой набор услуг для реализации многосторонних связей, как правило, одних компаний с другими.

ЭТП представляют пользователям возможности для следующих действий.

Для заказчика:

• публикация на площадке формализованных заказов на поставку товаров и услуг;

• поиск приемлемых предложений поставки товара от компаний-поставщиков;

• поиск поставщика по ценам товаров и представленной номенклатуре услуг – сравнение цен и условий поставок, выбор оптимальных;

• заключение договоров на осуществление сделки купли-продажи с выбранным поставщиком;

• обмен документами по сделке с контрагентом.

Для поставщика:

• публикация на площадке формализованных предложений на поставку товара или услуги;

• получение информации о поступивших на площадку заказах;

• публикация в системе номенклатуры товаров и услуг, публикация новых позиций;

• заключение договора на сделку купли-продажи с заказчиком;

• обмен необходимыми документами;

• расчеты с заказчиком.

Эффективность использования ЭТП для ее участников возрастает пропорционально квадрату числа пользователей.

Основное преимущество использования ЭТП – сокращение издержек, связанных с такими бизнес-процессами, как организация снабжения производства, сбыт готовой продукции и услуг за счет ускорения обмена информацией о спросе и предложении и сокращения трансакционных издержек по совершаемым сделкам.

В настоящее время идет интенсивный процесс внедрения в государственные структуры современных информационных систем, перевода их на безбумажный, электронный документооборот. Такое взаимодействие (B2G) присутствует и в логистике.

4.9.7. ГИС технологии

Географическая Информационная Система (ГИС) – компьютерная система, отображающая данные на электронной карте. ГИС используются не только в традиционных областях, таких как геология, гидрология, управление природными ресурсами, но и в телекоммуникациях, транспорте, при операциях с недвижимостью, в ритейле и т. д. Ее преимущество заключается в наглядном представлении пространственных данных на карте и широких возможностях их детального анализа.

Назначение и преимущества Географических Информационных Систем

С помощью ГИС можно располагать на карте предприятия, склады, таможенные терминалы, строить оптимальные маршруты движения автомобильного, железнодорожного и другого транспорта, осуществлять мониторинг состояния объектов в режиме реального времени, анализировать динамику грузопотоков, отображать маркетинговую информацию на карте в виде диаграмм, графиков, формировать различные отчеты. Применение ГИС увеличивает оперативность обработки информации, точность и своевременность принятия управленческих решений, поднимает уровень сервиса, что в целом повышает эффективность работы компании и положительно влияет на ее конкурентоспособность.

В настоящее время идет консолидация логистических провайдеров, происходит их территориальное расширение, растет линейка предлагаемых услуг. Роль IT в области логистики неизменно увеличивается. Одним из основных инструментов повышения сервиса обслуживания является внедрение IT-решений. Среди них нужно отметить WMS, TMS, средства мониторинга транспорта и грузов, системы коммуникации. Своевременная и точная доставка грузов является одной из основных целей деятельности логистических компаний. Для ее достижения нужно оптимально решать задачу маршрутизации товаров, осуществлять дистанционный контроль и управление парком транспортных средств в режиме реального времени, анализировать грузопотоки на всей территории в различных срезах. Некоторые из этих задач решаются с помощью систем позиционирования.

Поначалу системы ГИС базировались в основном на проприетарных технологиях, все разработчики придерживались собственных стандартов. Однако затем ситуация изменилась, и при создании ГИС стали использоваться отраслевые стандарты и технологии, основанные на этих стандартах. В результате системы ГИС получили признание ИТ-сообщества и приобрели статус платформы корпоративного уровня. К примеру, директор ИТ-департамента штата Калифорния недавно утвердил новую политику, в соответствии с которой ГИС считается одной из шести базовых ИТ-платформ для создания корпоративных систем. Сегодня все пользователи ориентированы на Internet. Теперь знания, накапливавшиеся в течение многих лет пользователями, стали гораздо доступнее. С учетом этого сегодня и организована адаптация ГИС к особенностям Web и интеграция их в мобильные устройства, которые создает предпосылки для превращения механизмов ГИС в повсеместно распространенную фундаментальную платформу, находящую отражение во всех сферах человеческой деятельности. Сегодня ГИС- технологии далеко ушли от того, что было четыре десятилетия назад, но идет естественная эволюция геоинформационных систем, которая привнесла в компьютерные технологии пространственное измерение.

Типовые решения систем позиционирования

В настоящее время среди ГИС в логистике широкое распространение получили системы мониторинга автомобильного транспорта. В их основе лежит использование технологий GPS, GSM, GPRS. В автомобиле размещается специальное устройство, состоящее из GPS-приемника и симкарты оператора мобильной связи. GPS-приемник получает координаты со спутника, с помощью GPRS или SMS они передаются по GSM-каналам на сервер, где заносятся на карту. На компьютере оператора устанавливается программное обеспечение, с помощью которого отображается карта с размещенной на ней информацией о местоположении машины.

Установленные в автомобиле устройства питаются энергией от бортовой сети, а также могут работать автономно. В некоторых случаях предусматривается подключение данного устройства к органам управления, что позволяет, например, дистанционно заглушить двигатель при выходе автомобиля из допустимого коридора.

Внедрение ГИС имеет ряд объективных проблем. В частности, это программное обеспечение. Стандартное ПО геоинформсистем (ГИС создается на базе программного обеспечения ESRI и ERDAS) – совместимый, но универсальный инструмент, и для конкретных применений в корпоративных сетях часто требуется его адаптация, включая разработку приложений для конечного пользователя. Здесь всплывает проблема неготовности кадров: информационные службы нефтяных компаний в большинстве своем ориентированы на обслуживание компьютерных сетей, а не на разработку программного обеспечения. Вообще, высокие требования к квалификации персонала становятся серьезной организационной проблемой при внедрении ГИС. С одной стороны, в компаниях изначально нет специалистов, хорошо владеющих этой технологией. Таких специалистов в СНГ попросту нигде не готовили – их нет не только в Казахстане, но до недавнего времени не было и в России [29].

На казахстанском рынке систем мониторинга автомобильного транспорта существует множество схожих продуктов: WOOK – система GPS-мониторинга подвижных объектов, построенная на основе систем спутниковой навигации, оборудова-

ния и технологий; GPS (Global Positioning System) и ГЛОНАСС; GPS-трекер и система GPS-мониторинга VOYAGER, АвтоГраф, Куратор, FAS и др.

Если за стационарными объектами такой контроль обеспечить достаточно просто, используя всевозможные наземные каналы связи, то за подвижными это сделать труднее, особенно когда объект перемещается на значительные расстояния. Современные технологии позволяют получать не только географические координаты, но и иметь онлайн-слежение в режиме реального времени. Единственное условие стабильной работы системы – покрытие GSM-связью в зоне нахождения и слежения за объектом, если даже нужно следить за передвижением в местах, где нет покрытия GSM (например, удалённые от цивилизации места) через спутниковый канал связи.

Объектами слежения могут быть: автомобильная техника, железнодорожный и водный транспорт, люди, животные. Теперь руководитель предприятия, диспетчер могут в любой момент времени получить информацию о местонахождении подвижных единиц и сотрудников. Система мониторинга получает информацию от объектов слежения с заданным интервалом и отображает объекты на мониторе клиента. Одновременно можно контролировать сразу несколько объектов, если они объединены в группу.

Системы «Слежение за транспортными средствами» позволяют видеть перемещение транспортного средства в режиме реального времени, отображать на карте положение, скорость, направление движения и пройденный маршрут. Решаемые задачи системы:

• отображение на карте Казахстана географических объектов и информации о них;

• отображение объектов инфраструктуры «КТЖ» – станций, перегонов, предприятий сети обслуживания клиентов;

• справочный расчет маршрута и стоимости перевозки груза с визуализацией на карте;

• поиск и отображение информации о положении вагонов, контейнеров и об отдельных отправках с указанием их местонахождения;

• отображение предприятий-клиентов и их производственных характеристик;

• отображение грузопотоков в различных разрезах;

• отображение прогнозов перевозок грузов. По каждому объекту на карте можно получить подробную справочную информацию. Достаточно указать мышкой на интересующий объект, и во всплывающем диалоге появятся сведения не только о нем, но и некоторых других в окрестностях.

Система позволяет в режиме реального времени отображать на карте движущиеся объекты (при подключении к источникам информации об их местонахождении).

Данные функции позволяют владельцу отслеживать продвижение своего груза к станции назначения и планировать дальнейшие действия на основе предполагаемого времени прибытия. В некоторых ситуациях вагон с грузом по какой-либо причине может отклониться от маршрута, указанного в накладной. В этом случае на карте будут указаны первоначальный и скорректированный маршруты. Информация будет представлена как в виде таблиц, так и в виде наглядных интерактивных диаграмм на карте. Данный режим также позволяет запрашивать прогноз перевозок с горизонтом в один год. Система прогнозирует перевозки с помощью авторегрессионой факторной модели. Она основывается на анализе временных рядов (уже свершившихся в прошлом перевозок), в процессе детального изучения выделяется сезонная составляющая и тренд (тенденция к росту или снижению объемов перевозок). Также анализируется влияние различных показателей экономики на перевозки той или иной группы грузов. На основании полученных результатов модель экстраполирует временной ряд на прогнозируемый период.

Контрольные вопросы:

1. Программно-технические средства ИТ в логистике.
2. Какой процесс понимается под информационной технологией в логистике?
3. Опишите основные технические средства ИТ в логистике.
4. Опишите программные средства общего назначения.

5. Опишите специализированные программные средства.
6. Дайте характеристику системе SAP R/3.
7. Опишите логистический блок системы BAAN.
8. Какие задачи решает подсистема «iBaan ERP – Склады»?
9. Какие задачи решает подсистема «iBaan ERP – Управление заказами», подсистема «iBaan ERP – Управление заказами»?
10. Дайте характеристику системам J. D. Edwards, Axapta.
11. Опишите логистические ИКТ в РК.
12. Выгода применения EDI в ЛС.
13. Технологии штрих-кодирования и сканирования.
14. Перспективы применения технологии радиочастотной идентификации.
15. Технологии мобильной связи, интернет-технологии в Казахстане.
16. Развитие и применение ГИС технологии в логистике.
17. Назначение и преимущества Географических Информационных Систем.
18. Типовые решения систем позиционирования.

4.10. Экспертные системы в логистике

Под экспертными системами в логистике понимают специальные компьютерные программы, помогающие специалистам принимать решения, связанные с управлением материальными потоками [1].

Экспертная система может аккумулировать знания и опыт нескольких специалистов-экспертов, работающих в разных областях. Труд высококвалифицированных экспертов стоит дорого, однако, как правило, требуется не повседневно. Возможность получить совет экспертов по разным вопросам посредством обращения к компьютеру позволяет квалифицированно решать сложные задачи, повышает производительность труда персонала, и в то же время не требует затрат на содержание штата высокооплачиваемых специалистов.

Экспертное знание – это сочетание теоретического понимания проблемы и набора эвристических правил для ее решения, которые, как показывает опыт, эффективны в данной предметной области. Экспертные системы создаются с помощью за-

имствования знаний у человеческого эксперта и кодирования их в форму, которую компьютер может приложить к аналогичным проблемам.

Применение экспертных систем позволяет: принимать быстрые и качественные решения в области управления материальными потоками; готовить опытных специалистов за относительно более короткий промежуток времени; сохранять "ноу-хау" компании, т. к. персонал, пользующийся системой, не может вынести за пределы компании опыт и знания, содержащиеся в экспертной системе; использовать опыт и знания высококвалифицированных специалистов на непрестижных, опасных, скучных и т. п. рабочих местах.

Определение: экспертная система – это программа для компьютера, которая оперирует со знаниями в определенной предметной области с целью выработки рекомендаций или решения проблем.

Экспертная система может полностью взять на себя функции, выполнение которых обычно требует привлечения опыта человека-специалиста, или играть роль ассистента для человека, принимающего решение. Другими словами, система (техническая или социальная), требующая принятия решения, может получить его непосредственно от программы или через промежуточное звено – человека, который общается с программой. Тот, кто принимает решение, может быть экспертом со своими собственными правами, и в этом случае программа может "оправдать" свое существование, повышая эффективность его работы. Альтернативный вариант – человек, работающий в сотрудничестве с такой программой, может добиться с ее помощью результатов более высокого качества. Вообще говоря, правильное распределение функций между человеком и машиной является одним из ключевых условий высокой эффективности внедрения экспертных систем.

Во многих практических ситуациях в распоряжении исследователей имеются эксперты – носители глубоких, но трудно формализуемых знаний. Идея использования «напрямую» этих знаний, возможность получения объяснений по ходу рассуждений эксперта привлекла внимание исследователей.

Согласно распространенным определениям, экспертная система обладает возможностями имитировать поведение опытного эксперта в определенной экспертной области: она обладает как его знаниями, так и логикой рассуждений. Через блок взаимодействия с экспертом экспертные знания должны поступать в ЭВМ, перерабатываться и составлять в своей совокупности базу знаний экспертной системы. Экспертная система содержит также базу данных, включающую в себя данные о предметной области, структуру проблемы, известные причинно-следственные связи и т. д.

Важным элементом экспертной системы является механизм логического вывода, который дает возможность использовать знания эксперта о предметной области. Пользователь вводит в экспертную систему описание конкретной ситуации, а механизм логического вывода обеспечивает поиск знаний эксперта, относящихся к данной ситуации, – знаний, которые позволяют отнести ее к определенному классу решений. Блок объяснений позволяет пользователю понять логику рассуждений эксперта.

Цель построения экспертных систем состоит в «тиражировании» знаний эксперта, в обеспечении возможности для менее квалифицированных пользователей получить совет как бы от этого эксперта в любое время и в любом месте. Ясно, что такая цель требует создания в экспертной системе «двойника» эксперта. В связи с этим становится очевидным, что сердцем экспертной системы (ЭС) является база знаний.

Отметим также, что база знаний является одним из центральных элементов, так называемых интеллектуальных систем поддержки принятия решений – человеко-машинных систем, которые позволяют лицу, принимающему решения, использовать данные модели и знания для поиска наилучшего варианта решения.

Архитектура ЭС. ЭС – это интеллектуальная система, способная делать логические выводы на основе знаний из конкретной предметной области и обеспечивающая решение практических задач. Существуют два типа ЭС: статические и динамические. На рис. 4.22, *а* и 4.22, *б* представлены архитектуры этих систем.

Эксперт – высококвалифицированный специалист в конкретной предметной области, обладающий высоким уровнем

интеллекта, широкими познаниями в различных областях и умеющий решать задачи, неподвластные другим специалистам.

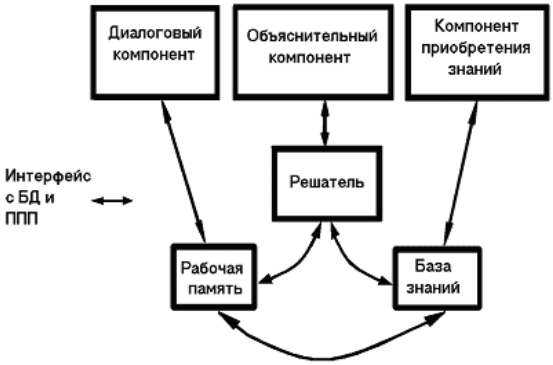


Рис. 4.22, *а*. Архитектура статической ЭС



Рис. 4.22, *б*. Архитектура динамической ЭС

Пользователи ЭС. Экспертные системы имеют две категории пользователей и два отдельных "входа", соответствующих различным целям взаимодействия пользователей с ЭС:

1) обычный пользователь (эксперт), которому требуется консультация ЭС – диалоговый сеанс работы с ней, в процессе которой она решает некоторую экспертную задачу. Диалог с ЭС осуществляется через диалоговый процессор – специальную

компоненту ЭС. Существуют две основные формы диалога с ЭС – диалог на ограниченном подмножестве естественного языка (с использованием словаря-меню (при котором на каждом шаге диалога система предлагает выбор профессионального лексикона экспертов) и диалог на основе из нескольких возможных действий);

2) экспертная группа инженерии знаний, состоящая из экспертов в предметной области и инженеров знаний. В функции этой группы входит заполнение базы знаний, осуществляемое с помощью специализированной диалоговой компоненты ЭС – подсистемы приобретения знаний, которая позволяет частично автоматизировать этот процесс.

ЭС работает в двух режимах:

1. Внесение знаний в базу знаний – это совместная работа эксперта и инженера по знаниям.

2. Работа обычного пользователя, для которого создавалась ЭС.

Подсистема приобретения знаний предназначена для добавления в базу знаний новых правил и имеющихся модификаций. В ее задачу входит приведение правила к виду, позволяющему подсистеме вывода применять это правило в процессе работы. В более сложных системах предусмотрены еще и средства для проверки вводимых или модифицируемых правил на непротиворечивость с имеющимися правилами.

База знаний – наиболее важная компонента экспертной системы, на которой основаны ее «интеллектуальные способности». В отличие от всех остальных компонент ЭС, база знаний – «переменная » часть системы, которая может пополняться и модифицироваться инженерами знаний и опыта использование ЭС, между консультациями (а в некоторых системах и в процессе консультации). Существует несколько способов представления знаний в ЭС, однако общим для всех них является то, что знания представлены в *символьной форме* (элементарными компонентами представления знаний являются тексты, списки и другие символьные структуры). Тем самым в ЭС реализуется принцип *символьной природы* рассуждений, который заключается в том, что процесс рассуждения представляется как последовательность символьных преобразований.

К недостаткам экспертных систем следует отнести ограниченную возможность использования "здравого смысла". Логистические процессы включают множество операций с разнообразными грузами. Учесть все особенности в экспертной программе невозможно. Поэтому для того, чтобы не поставить коробку весом 100 кг на коробку весом 5 кг, "здравым смыслом", дополняющим знания экспертной системы, должен обладать пользователь.

Экспертные системы применяются на различных стадиях логистического процесса, облегчая решение проблем, требующих значительного опыта и затрат времени. Например, на складе при принятии решения о пополнении запасов, когда менеджеру необходимо оценить большой объем разнообразной информации: ожидаемые цены с учетом закупаемых товаров, тарифы на доставку, необходимость одновременного пополнения запасов по разным позициям ассортимента и т. д. Использование здесь экспертных систем позволяет принимать не только правильные, но и быстрые решения, что зачастую не менее важно.

Контрольные вопросы:

1. Что может дать специалистам логистам ЭС?
2. Дайте определение понятия «эксперт».
3. Что понимается под организацией и интеграцией знаний?
4. Какими возможностями обладают экспертные системы?
5. Какие типы экспертных систем существует?
6. Пользователи ЭС.
7. Роль инженера знаний при создании ЭС.
8. Функция подсистемы вывода.
9. Функция подсистемы объяснений.
10. Какие знания используются при создании ЭС?
11. Характеристики компоненты базы знаний.
12. Что собой представляют рабочая память и база данных в архитектуре ЭС.
13. Опишите систему управления базами знаний.
14. Перечислите недостатки ЭС.
15. Объясните понятие «эвристические знания».

5. ЗАПАСЫ В ЛОГИСТИКЕ

5.1. Сущность и роль товарно-материального запаса в логистических системах

5.1.1. Понятие материального запаса

Понятие материального запаса является одним из ключевых в логистике.

Общепринятая формулировка гласит: материальные запасы – это находящиеся на разных стадиях производства и обращения продукция производственно-технического назначения, изделия народного потребления и другие товары, ожидающие вступления в процесс производственного или личного потребления [1].

Если бы вся цепь участников, обеспечивающих превращение первичного сырья в изделия народного потребления и продвижения этих изделий, работала как единый механический конвейер, время ожидания можно было бы практически свести к нулю. Однако в реальной жизни обойтись без такого ожидания нельзя. Создание запасов всегда сопряжено с расходами. Перечислим основные виды затрат, связанных с созданием и содержанием запасов: замороженные финансовые средства; расходы на содержание специально оборудованных помещений; оплата труда специального персонала; постоянный риск порчи, хищения.

Наличие запасов – это расходы. Однако отсутствие запасов – это тоже расходы, только выраженные в форме разнообразных потерь. К основным видам потерь, связанных с отсутствием запасов, относят:

- *потери от простоя производства;*
- *потери от отсутствия товара на складе в момент предъявления спроса;*
- *потери от закупки мелких партий товаров по более высоким ценам и др.*

Несмотря на то, что содержание запасов сопряжено с определенными затратами, предприниматели вынуждены их создавать, т. к. отсутствие запасов может привести к еще большей потере прибыли.

5.1.2. Причины создания материальных запасов

Перечислим основные мотивы, которыми руководствуются предприниматели, создавая материальные запасы [1].

Вероятность нарушения установленного графика поставок (непредсказуемое снижение интенсивности входного материального потока). В этом случае запас необходим для того, чтобы не остановился производственный процесс, что особенно важно для предприятий с непрерывным циклом производства.

Возможность колебания спроса (непредсказуемое увеличение интенсивности выходного потока). Спрос на какую-либо группу товаров можно предсказать с большой долей вероятности. Однако прогнозировать спрос на конкретный товар гораздо сложнее. Поэтому, если не иметь достаточного запаса этого товара, не исключена ситуация, когда платежеспособный спрос не будет удовлетворен, т. е. клиент уйдет с деньгами и без покупки.

Сезонные колебания производства некоторых видов товаров. В основном это касается продукции сельского хозяйства. Например, урожай картофеля во многих странах убирается в начале осени. Потоки же этого клубнеплода идут по товаропроводящим цепям круглый год. Следовательно, где-то должен накапливаться запас.

Скидки за покупку крупной партии товаров также могут стать причиной создания запасов (некоторые наши соотечественники хранят дома сравнительно большие запасы продовольствия именно по этой причине).

Спекуляция. Цена на некоторые товары может резко возрасти. Предприятие, сумевшее предвидеть этот рост, создаст запас с целью получения прибыли за счет повышения рыночной цены.

Издержки, связанные с оформлением заказа. Процесс оформления каждого нового заказа сопровождается рядом издержек административного характера (поиск поставщика, проведение переговоров с ним, командировки, междугородние переговоры и т. п.). Снизить эти затраты можно сократив количество заказов, что равносильно увеличению объема заказываемой партии и, соответственно, повышению размера запаса.

Возможность равномерного осуществления операций по

производству и распределению. Эти два вида деятельности тесно взаимосвязаны между собой: распределяется то, что производится. При отсутствии запасов интенсивность материальных потоков в системе распределения колеблется в соответствии с изменениями интенсивности производства. Наличие запасов в системе распределения позволяет осуществлять процесс реализации более равномерно, вне зависимости от ситуации в производстве. В свою очередь, наличие производственных запасов сглаживает колебания в поставках сырья и полуфабрикатов, обеспечивает равномерность процесса производства.

Возможность немедленного обслуживания покупателей. Выполнить заказ покупателей можно одним из следующих способов: произвести заказанный товар; закупить заказанный товар; выдать заказанный товар немедленно из имеющегося запаса.

Последний способ является, как правило, наиболее дорогим, т. к. требует содержания запаса. Однако в условиях конкуренции возможность немедленного удовлетворения заказа может оказаться решающей в борьбе за потребителя.

Сведение к минимуму простоев производства из-за отсутствия запасных частей. Поломки оборудования, разнообразные аварии могут привести при отсутствии запасов деталей к остановке производственного процесса. Особенно это важно для предприятий с непрерывным процессом производства, т. к. в этом случае остановка производства может обойтись слишком дорого.

Упрощение процесса управления производством. Речь идет о создании запасов полуфабрикатов на различных стадиях производственного процесса внутри предприятия. Наличие этих запасов позволяет снизить требования к степени согласованности производственных процессов на различных участках, а, следовательно, и соответствующие издержки на организацию управления этими процессами.

Перечисленные причины свидетельствуют о том, что предприниматели, как в торговле, так и в промышленности вынуждены создавать запасы, т. к. в противном случае увеличиваются издержки обращения, т. е. уменьшается прибыль.

5.1.3. Виды материальных запасов

Материальные запасы, как уже отмечалось, имеют место на всем пути движения материального потока, от первичного источника сырья до конечного потребителя. Причем управление запасами на каждом из участков имеет свою специфику [1].

В процессе движения материальный поток периодически подвергается определенным преобразованиям и поочередно является то производственным запасом, то товарным запасом.

Запасы производственные – запасы, находящиеся на предприятиях всех отраслей сферы материального производства, предназначенные для производственного потребления. Цель создания производственных запасов – обеспечить бесперебойность производственного процесса.

Запасы товарные – запасы готовой продукции у предприятий-изготовителей, а также запасы на пути следования товара от поставщика к потребителю, т. е. на предприятиях оптовой, мелкооптовой и розничной торговли, в заготовительных организациях и запасы в пути. Запасы товарные подразделяются, в свою очередь, на запасы товарные, средства производства и запасы товарные предметов потребления.

Помимо этого существует несколько признаков классификации как для производственных, так и для товарных запасов (рис. 5.1.)

По месту продукции в логистическом канале (цепи) и ее виду укрупненно можно выделить запасы материальных ресурсов, незавершенного производства, готовой продукции, тары, возвратных отходов.

С позиции интегрального подхода по отношению к базисным логистическим функциям запасы подразделяются на запасы материальных ресурсов в снабжении, производственные запасы материальных ресурсов, незавершенного производства, готовой продукции, сбытовые запасы готовой продукции в системе распределения и совокупные материальные запасы.

Запасы в снабжении – это материальные ресурсы, находящиеся в логистических каналах (цепях) от поставщиков до складов материальных ресурсов товаропроизводителя, предназначенные для обеспечения производства готовой продукции.



Рис. 5.1. Классификация запасов

Производственные запасы – это запасы материальных запасов и незавершенного производства, предназначенные для обеспечения выполнения производственного расписания в пределах производственно-технологических подразделений фирмы.

Сбытовые запасы – это запасы готовой продукции, находящиеся на складах готовой продукции фирмы-производителя и в дистрибутивной сети и предназначенные для удовлетворения спроса потребителей. Снабженческие, производственные и сбытовые запасы составляют совокупные материальные запасы фирмы, являющиеся объектом оптимизации логистического менеджмента с позиций общих издержек.

По функциональному назначению запасы подразделяются на текущие, страховые (гарантийные), подготовительные и сезонные.

Текущий запас – основная часть производственного (сбытового) запаса, предназначенная для обеспечения непрерывности процесса производства (сбыта) между двумя смежными поставками.

Страховой, или гарантийный, запас предназначен для снижения влияния логистических и финансовых рисков, связанных с непредвиденными колебаниями спроса на готовую продукцию, невыполнением договорных обязательств по поставкам материальных ресурсов (нарушение сроков, объемов поставок, качества поставляемых материальных ресурсов и т. п.), сбоями в производственно-технологических циклах и другими непредвиденными обстоятельствами.

Подготовительный запас – часть производственного (сбытового) запаса, предназначенная для подготовки материальных запасов (готовой продукции) к производственному или личному потреблению. Наличие данного вида запаса вызвано необходимостью выполнения определенных логистических элементарных функций по приемке, оформлению, погрузке-разгрузке, дополнительной подготовке (растаривание, чистка, рихтовка и т. п.) к потреблению.

Сезонные запасы – это запасы материальных ресурсов и готовой продукции, создаваемые и поддерживаемые при явно выраженных сезонных колебаниях спроса или характера производства.

Запасы продвижения готовой продукции формируются и поддерживаются в дистрибутивных каналах для быстрой реакции на проводимую фирмой маркетинговую политику продвижения товара на рынок, обычно сопровождаемую широкомасштабной рекламой в средствах массовой информации. Эти запасы (чаще всего для товаров широкого потребления: аудио- и видеотехники, табачных изделий и т. п.) должны удовлетворять возможное резкое увеличение спроса на готовую продукцию фирмы.

Спекулятивные запасы обычно создаются фирмами для материальных ресурсов (компонентов, полуфабрикатов) в целях защиты от возможного повышения цен на них или введения протекционистских квот или тарифов. Типичным примером является закупка многими европейскими и американскими фирмами больших объемов дешевых электронных компонентов (микросхем, блоков и т. п.) компьютеров, аудио- и видеотехники в Японии, Корее, Сингапуре.

Устаревшие (неликвидные) запасы, как правило, образуются, когда логистические циклы в производстве и распределении не совпадают с жизненным циклом товара. В этом случае морально устаревшие товары не находят сбыта. Задачей логистического управления является предотвращение возможности появления таких запасов.

По отношению к звену логистической цепи и логистическим посредникам запасы могут быть у поставщиков, у потребителей, у торговых посредников, у логистических посредников в распределении.

5.2. Общая характеристика систем контроля состояния запасов

5.2.1. Основные понятия

Система управления запасами – совокупность правил и показателей, определяющих момент времени и объем закупки продукции для пополнения запасов. Управление запасами предусматривает организацию контроля их фактического состояния [1].

Контроль состояния запасов – это изучение и регулирование уровня запасов производственно-технического назначения, изделий народного потребления и другого с целью выявления отклонений от норм запасов и принятия оперативных мер к ликвидации отклонений.

Необходимость контроля состояния запасов обусловлена повышением издержек в случае выхода фактического размера запаса за рамки, предусмотренные нормами запаса. Контроль состояния запаса проводится на основе данных учета запасов и может осуществляться непрерывно либо периодично.

*Стадии процесса управления запасами***:**

1) прогнозирование возможного использования запасов продукции;

2) мониторинг фактического использования запасов продукции;

3) мониторинг фактических затрат на пополнение запасов продукции;

4) мониторинг времени, необходимого для создания запаса путем поставки или производства *(время поставки* или *время производства).*

Основные показатели управления запасами:

• *уровень запасов продукции* – характеризует обеспеченность предприятия запасами на определенную дату и показывает, на какое количество дней производства или торговли (при сложившемся товарообороте) хватит этого запаса;

• *скорость оборота запасов продукции* – отношение объема запасов продукции к объему продукции, реализованной за определенный период;

• *оборот запасов* – интервал времени между поступлением продукции на склад и отпуском материалов в производство, а также между поступлением продукции в торговое предприятие и ее продажей;

• *норма оборачиваемости запасов* – показатель, характеризующий количество продаж продукции за определенный период (обычно за год);

• *коэффициент оборачиваемости запасов* показывает, как часто оборачиваются или продаются запасы при обеспечении текущего объема производства или продаж продукции. Этот коэффициент характеризует эффективность системы закупок, производства и сбыта предприятия.

На практике применяются различные методы контроля, которые можно классифицировать по следующим признакам:

• порядок проверки: периодическая или непрерывная;

• пороговый уровень запаса: наличие или отсутствие;

• величина заказываемой партии: одинаковая или разная.

Примерная классификация систем контроля состояния запасов представлена на рис. 5.2.

Контроль состояния запасов и формирование заказа поставщику могут осуществляться с использованием одной из представленных ниже систем[1].

Система оперативного управления. Через определенные промежутки времени принимается оперативное решение: «заказывать» или «не заказывать», если заказывать, то какое количество единиц товара.



Рис. 5.2. Классификация систем контроля состояния запасов.

5.2.2. Нормирование запасов

Нормой запаса называется расчетное минимальное количество предметов труда, которое должно находиться у производственных или торговых предприятий для обеспечения бесперебойного снабжения производства продукции или реализации товаров [1].

При определении норм товарных запасов используют три группы методов: эвристические, методы технико-экономических расчетов и экономико-математические.

Эвристические методы предполагают использование опыта специалистов, которые изучают отчетность за предыдущий период, анализируют рынок и принимают решения о минимально необходимых запасах, основанные в значительной степени на

субъективном понимании тенденций развития спроса. В качестве специалиста может выступать работник предприятия, постоянно решающий задачу нормирования запасов. Используемый в этом случае метод решения задачи (из группы эвристических) называется *опытно-статистическим.*

В том числе, если поставленная задача в области управления запасами достаточно сложна, может использоваться опыт не одного, а нескольких специалистов. Анализируя затем по специальному алгоритму их субъективные оценки ситуации и предлагаемые решения, можно получить достаточно хорошее решение, мало чем отличающееся от оптимального. Этот метод также относится к группе эвристических и носит название *метода экспертных оценок.*

Метод технико-экономических расчетов. Сущность метода заключается в разделении совокупного запаса в зависимости от целевого назначения на отдельные группы, например, номенклатурные позиции (или ассортиментные позиции – в торговле). Далее для выделенных групп отдельно рассчитывается страховой, текущий и сезонный запасы, каждый из которых, в свою очередь, может быть разделен на некоторые элементы. Например, страховой запас на случай повышения спроса или нарушения сроков завоза материалов (товаров) от поставщиков. Метод технико-экономических расчетов позволяет достаточно точно определять необходимый размер запасов, однако трудоемкость его велика.

Экономико-математические методы. Спрос на товары или продукцию чаще всего представляет собой случайный процесс, который может быть описан методами математической статистики. Одним из наиболее простых экономико-математических методов определения размера запаса является *метод экстраполяции* (сглаживания), который позволяет перенести темпы, сложившиеся в образовании запасов в прошлом, на будущее. Например, имея информацию о размере запасов за прошедшие четыре периода, на основе метода экстраполяции можно определить размер запасов на предстоящий период по формуле

$$Y_5 = 0{,}5(2Y_4 + Y_з - Y_1),$$

где Y_1, Y_3, $Y4$ – уровни запаса (в сумме, днях или процентах к обороту), соответственно, за первый, третий и четвертый периоды; Y_5 – нормативный уровень запаса на предстоящий, пятый период.

Прогноз уровня запасов для шестого периода (Y_6) можно сделать, используя формулу$Y_6 = 0{,}5(2Y_5 + Y_4 - Y_2)$.

Международная практика управления запасами свидетельствует, что темп роста запасов должен несколько отставать от темпа роста спроса. Математически это выглядит следующим образом:

$T_з = \sqrt{T_0}$; где $T_З$-темп роста товарных запасов;

$T_о$-темп роста спроса.

Такое соотношение между запасами и спросом обеспечивает возможность ускорения оборачиваемости оборотных средств.

Системы контроля за состоянием запасов.

Управление запасами, наряду с нормированием, предусматривает организацию контроля за их фактическим состоянием.

Контроль за состоянием запасов – это изучение и регулирование уровня запасов продукции производственно-технического назначения и товаров народного потребления с целью выявления отклонений от норм запасов и принятия оперативных мер к ликвидации отклонений.

Необходимость контроля за состоянием запасов обусловлена повышением издержек в случае выхода фактического размера запаса за рамки, предусмотренные нормами запаса. Контроль за состоянием запаса может проводиться на основе данных учета запасов, переписей материальных ресурсов, инвентаризаций или по мере необходимости.

На практике применяются различные методы контроля. В настоящем учебном пособии рассмотрены два наиболее часто встречающихся метода. При первом методе период, через который предприятие направляет заказ поставщику, не меняется (система с фиксированной периодичностью заказа). Например, каждый понедельник менеджер фирмы просматривает остатки товаров и дозаказывает их до заранее определенной максимальной нормы. Сущность второго метода заключается в том, что как только запас какого либо товара достигнет заранее опреде-

ленного минимального значения, этот товар заказывается. При этом размер заказываемой партии все время один и тот же (система с фиксированным размером заказа). Рассмотрим подробнее названные системы.

Системы контроля за состоянием запасов с фиксированной периодичностью заказа. Контроль состояния запасов по этой системе осуществляется через равные промежутки времени посредством проведения инвентаризации остатков. По результатам проверки составляется заказ на поставку новой партии товара.

Размер заказываемой партии товара определяется разностью предусмотренного нормой максимального товарного запаса и фактического запаса. Поскольку для исполнения заказа, требуется определенный период времени, то величина заказываемой партии увеличивается на размер ожидаемого расхода за этот период. Размер заказываемой партии (Р) определяется по следующей формуле:

$$Р = З_{макс} - (З_{ф} - З_{t}),$$

где $З_{макс}$ – предусмотренный нормой максимальный запас;

$З_{ф}$ – фактический запас на момент проверки;

$З_{t}$ – запас, который будет израсходован к течение размещения и выполнения заказа.

Графически модель системы контроля за состоянием запаса с фиксированной периодичностью заказа представлена на рис. 5.3.

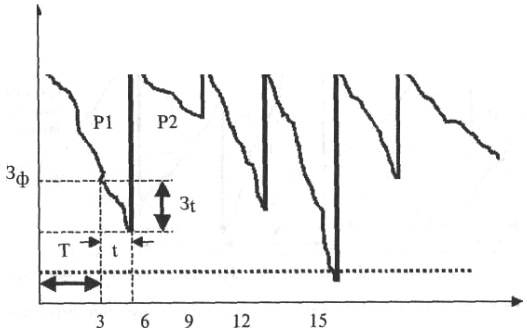


Рис. 5.3. Система контроля за состоянием запасов с фиксированной периодичностью заказа

Условные обозначения:

Т – интервал времени, через который повторяется заказ (в нашем случае – 3 дня) – для данной системы величина постоянная;

t – время, необходимое на размещение и выполнение заказа (в приведенном примере – 1 день);

P_1, P_2....P_i, – величина отдельного, i-го заказа;

$З_{макс}$ – предусмотренный нормой максимальный запас;

$З_ф$ – фактический запас на момент проверки;

$З_t$ – запас, расходуемый за время t, необходимое для размещения и выполнения заказа;

А – период времени с интенсивным спросом;

В – период времени с нулевым запасом.

Интенсивность спроса, характеризуемая углом наклона участков линии, описывающей изменение запасов, в этой модели является величиной переменной (угол наклона различных участков ломаной – неодинаков). А поскольку заказ осуществляется через равные промежутки времени, то величина заказываемой партии в разных периодах также будет различна. Естественно, применять эту систему можно тогда, когда есть возможность заказывать партии, различные по величине (например, в случае применения контейнерной доставки заказываемого товара эта система неприменима). Кроме того, систему не применяют, если доставка или размещение заказа обходится дорого. Например, если спрос за прошедший период был незначителен, то заказ также будет незначителен, что допустимо лишь при условии несущественности расходов, связанных с выполнением заказа.

Особенностью описываемой системы является также и то, что она допускает возникновение дефицита. Как видно из графика, если спрос резко усилится (т. е. график круто уйдет вниз – участок А), то запас закончится до наступления срока подачи заказа. Это означает, что система применима, когда возможные потери от дефицита для предприятия также несущественны.

Подводя итог, отметим, что система контроля за состоянием запасов с фиксированной периодичностью заказа применяется в следующих случаях: условия поставки позволяют по-

лучать заказы различными по величине партиями; расходы по размещению заказа и доставка сравнительно невелика; потери от возможного дефицита сравнительно невелики.

На практике по данной системе можно заказывать один из многих товаров, закупаемых у одного и того же поставщика, товары, на которые уровень спроса относительно постоянен, малоценные товары и т. д.

Система контроля за состоянием запасов с фиксированным размером, заказа. В этой системе контроля за состоянием запасов размер заказа на пополнение запаса является величиной постоянной. Интервалы времени, через которые производится размещение заказа, в этом случае могут быть разные (рис. 5.4).

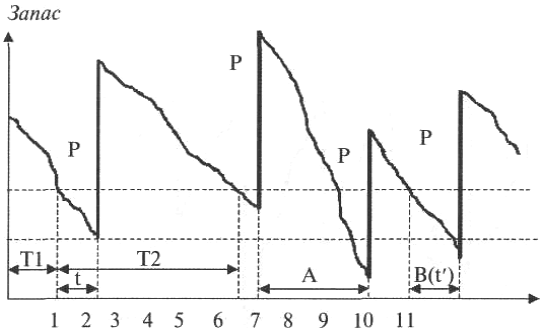


Рис. 5.4. Система с фиксированным размером заказа при непрерывной проверке фактического уровня запаса (с пороговым уровнем запаса).

Нормируемыми величинами в этой системе являются величина заказа, размер запаса в момент размещения заказа (так называемая точка заказа) и величина страхового запаса. Заказ на поставку размещается при уменьшении наличного запаса до точки заказа. Как следует из чертежа, после размещения заказа запас продолжает уменьшаться, т. к. заказанный товар привозят не сразу, а через какой-то промежуток времени t. Величина запаса в точке заказа выбирается такой, чтобы в нормальной, рабочей ситуации за время t запас не опустился ниже страхового. Если же спрос непредвиденно увеличится (линия графика резко пойдет вниз – участок А графика), или же будет нарушен срок

поставки (t > 1 – участок В графика), то начнет работать страховой запас (причины 2 и 3 образования страхового запаса). Коммерческая служба предприятия в этом случае должна принять меры, обеспечивающие дополнительную поставку. Как видим, данная система контроля предусматривает защиту предприятия от образования дефицита.

На практике система контроля за состоянием запаса с фиксированным количеством заказа применяется преимущественно в следующих случаях:

– большие потери в результате отсутствия запаса;

– высокие издержки по хранению запасов;

– высокая стоимость заказываемого товара;

– высокая степень неопределенности спроса;

– наличие скидки с цены в зависимости от заказываемого количества.

Система с фиксированным размером заказа предполагает непрерывный учет остатков для определения точки заказа. При наличии широкой номенклатуры материалов (или ассортимента для торгового предприятия) необходимым условием применения системы является использование технологии автоматизированной идентификации штриховых кодов. Данная модель позволяет наглядно представить себе текущий запас, так как здесь - это то количество запаса, которое физически вытекает из обоих бункеров, обеспечивая непрерывность производственного или торгового процессов между очередными поставками.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение понятию «материальный запас».

2. Перечислите расходы, связанные с необходимостью содержания материальных запасов.

3. Назовите основные причины, которые вынуждают предпринимателей создавать материальные запасы.

4. Перечислите известные Вам виды материальных запасов.

5. Охарактеризуйте методы нормирования материальных запасов.

6. Опишите систему контроля за состоянием запасов с фик-

сированной периодичностью заказа.

5.2.3. АВС-анализ

В логистике АВС-анализ применяют, ставя цель сокращения величины запасов, сокращения количества перемещений на складе, сокращения хищений материальных ценностей, а также преследуя иные цели [1].

Управление в логистике характеризуется, как правило, наличием большого количества однородных объектов управления, по-разному влияющих на результат деятельности предприятия. Например, управляя запасами предприятий в сферах производства и обращения, иногда приходится принимать решение по десяткам тысяч позиций ассортимента. При этом разные позиции ассортимента заслуживают разного внимания, т. к. с точки зрения вклада в тот или иной результат торговой или производственной деятельности они не являются равноценными.

Идея анализа АВС состоит в том, чтобы из всего множества однотипных объектов выделить наиболее значимые с точки зрения обозначенной цели. Таких объектов, как правило, немного, и именно на них необходимо сосредоточить основное внимание и силы.

В экономике широко известно так называемое правило Парето (20/80), согласно которому лишь пятая часть (20 %) от всего количества объектов, с которыми обычно приходится иметь дело, дает примерно 80 % результатов этого дела. Вклад остальных 80 % объектов составляет только 20 % общего результата.

Например, в торговле 20 % наименований товаров дает, как правило, 80 % прибыли предприятия, остальные 80 % наименований товара – лишь необходимое дополнение, обязательный ассортимент. Из всего количества поставщиков предприятия лишь 20 % создают 80 % всей опасности потерь от связей с недобросовестным контрагентом. Можно привести и другие примеры.

Правило Парето действует не только в экономике. Если разделить всех студентов вузовского потока по признаку сложности управления, то получится, что 20 % студентов потока создают 80 % всех хлопот деканата. Говорят, что 20 % всех любителей пива выпивают 80 % всего пива. Примерно 20 % материа-

ла учебника могут позволить сформировать 80 % представления об изучаемом курсе.

Американцы называют эту закономерность "правилом большого пальца": поднятый вверх большой палец правой руки символизирует эти самые 20 % ударных объектов, при этом сжатые в кулак 4 пальца обозначают значимость пальца, поднятого вверх – 80 %.

Суть принципа Парето состоит в том, что в процессе достижения какой-либо цели нерационально уделять объектам, образующим малую часть вклада, то же внимание, что и объектам первостепенной важности.

Согласно методу Парето множество управляемых объектов делится на две неодинаковые части.

Широко применяемый в логистике метод АВС предусматривает более глубокое разделение – на три части. При этом среднестатистическое распределение имеет вид, представленный в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Примерные среднестатистические процентные соотношения групп А, В и С.

Группа	Доля в количестве объектов управления, %	Доля в результате, %
A	20	80
B	30	15
C	50	5

Общий алгоритм проведения анализа АВС приводится в табл. 5.2.

Первым ключевым этапом АВС анализа является определение цели анализа. Одно и то же множество объектов управления будет разделено на подмножества А, В и С по разному в зависимости от цели анализа.

Например, в процессе управления многотысячным ассортиментом склада предприятия оптовой торговли с использованием АВС анализа могут решаться

следующие задачи:

– сокращение величины запасов;

– сокращение количества перемещений на складе;
– сокращение хищений материальных ценностей.

Таблица 5.2

Порядок проведения анализа АВС

1. Формулирование цели анализа
2. Идентификация объектов управления, анализируемых методом АВС
3. Выделение признака, на основе которого будет осуществлена классификация объектов управления
4. Оценка объектов управления по выделенному классификационному признаку
5. Группировка объектов управления в порядке убывания значения признака
6. Построение кривой АВС
7. Разделение совокупности объектов управления на три группы: группа А, группа В, группа С

Кратко остановимся на характеристике каждой из задач:

Ставя цель сокращения запаса на складе, необходимо выделить ассортимент, на долю которого приходится основная часть продаж. Скорее всего, это будет незначительная группа "валообразующих" позиций, заказы по которым необходимо взять под строгий контроль, так как содержание многодневного запаса по этим позициям обойдется гораздо дороже, чем по позициям – аутсайдерам списка товаров.

Основная опасность хищений на этом же складе также приходится на незначительную группу ассортимента. Однако состав этой группы отличается от состава "валообразующей" группы. Этой группе также необходим жесткий контроль, но уже другого плана: частая инвентаризация, размещение в специальных камерах, укладка в верхние ярусы стеллажей, что затрудняет хищение и т. п.

Менеджмент высокоэффективных складов большое внимание уделяет сегодня проблеме лишних движений по складу.

Любая домохозяйка, имея на кухне большой перечень разнообразных предметов, так их располагает, чтобы свести движения к минимуму. Цель – экономия сил и времени, т. е. ресурса, который всегда в дефиците. Знакомство с отечественными складами свидетельствует, что этой, в хорошем смысле слова, "кухонной гармонии" зачастую нет. Размеры же складов таковы, что ошибки размещения приводят здесь к десяткам, а то и сотням километров в месяц лишних перемещений, зачастую хорошо оплачиваемых. Разделим ассортимент склада по признаку встречаемости позиции в отгрузочных накладных. Большая часть встречаемости так же, как и в первых двух случаях, придется на незначительную часть ассортимента. Избежать перерасхода движенческого ресурса можно, если разместить этот ассортимент в так называемых горячих зонах, т. е. в зонах, наиболее удобно расположенных относительно мест отпуска товара. Следует отметить, что эта "ударная" группа по составу не будет полностью совпадать ни с "валообразующей" группой, ни с группой, опасной с точки зрения хищения.

Вторым этапом анализа АВС является идентификация объектов управления, анализируемых методом АВС. В приведенном выше примере таким объектом является отдельная позиция ассортимента. Однако для решения перечисленных задач могут быть выбраны и иные объекты. Например, сократить запасы на складе можно, уделив особое внимание работе с поставщиками, на долю которых приходится основная часть запасов склада. В этом случае объектом управления будут поставщики, признак, на основе которого будет осуществлена классификация поставщиков (этап 3 алгоритма), – доля запаса товаров на складе, полученных от данного поставщика.

После того как определен признак классификации, каждый из объектов (позицию ассортимента, поставщика и т. п.) оценивают по намеченному признаку (этап 4). Затем осуществляют группировку объектов управления в порядке убывания выделенного признака (этап 5). Верхняя, незначительная часть упорядоченного списка будет играть ключевую роль с точки зрения намеченной цели.

Разделить упорядоченный по убыванию признака список на группы А, В и С в пропорции, приведенной в табл. 5.2, удается далеко не всегда. Общеизвестное правило 20/80 является усредненным соотношением и для разделения конкретной номенклатуры в большинстве случаев не пригодно. Допустим, например, что 8 % валообразующей номенклатуры дают 80 % оборота, а 20–96 % оборота (рис. 5.5). Как в этом случае поступить, включить в группу А 20 % номенклатуры, или ограничить ее 8-ю процентами?

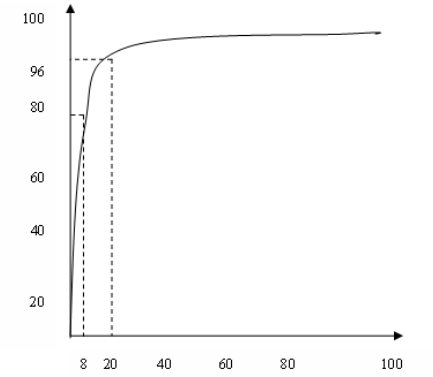


Рис. 5.5. Кривая АВС

Решить данную задачу можно графически, построив кривую АВС анализа.

Графические методы определения границ групп А, В и С.

1. Метод определения границ с помощью касательной к кривой А, В и С

Рассмотрим метод разделения множества объектов управления, упорядоченного по убыванию признака значимости объекта, с помощью касательной к кривой АВС анализа. Кривая АВС строится в прямоугольной системе координат. По оси ОХ откладываются объекты управления (например, позиции ассортимента), выстроенные в порядке убывания доли объекта в общем результате (например, доли в реализации), в процентах к общему количеству объектов управления. По оси ОУ откладывается доля вклада объекта (доля реализации по позиции) в об-

щем результате (в общей реализации), исчисленная нарастающим итогом и выраженная в процентах (рис. 5.6).

Соединим начало и конец графика прямой OD и затем проведем касательную к кривой ABC, параллельную линии OD. Абсцисса точки касания (точка M) покажет нам границу между группами A и B, а ордината укажет долю вклада группы A в общий результат.

Соединим теперь точку M с концом кривой – точкой D и проведем новую касательную к графику ABC, параллельную линии MD. Абсцисса точки касания (точка N) указывает границу между группами B и C, а ордината показывает суммарный вклад групп A и B в общий результат.

2. Метод определения границ с помощью петли ABC анализа.

Предлагаемое решение определяет в качестве границ множеств A, B и C участки резкого изменения кривизны графика ABC.

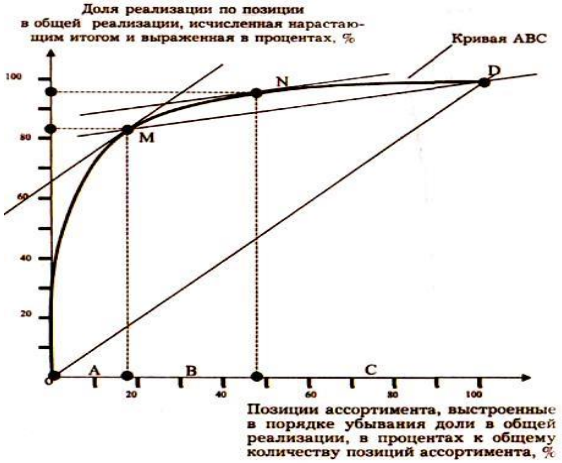


Рис. 5.6. Распределение исследуемого множества на группы A, B и C с помощью касательной к кривой ABC

На рис. 5.6 изображена возможная форма кривой ABC. Представим себе, что эта кривая является планом автомобильной трассы, по которой снизу (от точки 0) по направлению к повороту, не снижая максимально возможной на прямой дороге

скорости, несется гоночный автомобиль. Место, где его выбросит с дороги, характеризуется резким возрастанием кривизны графика. В этой точке область резкого нарастания значения признака (группа А) сменяется областью плавного нарастания (группа В).

Направив мысленно автомобиль на полной скорости во встречном направлении (на рис. 5.6 от конца кривой в направлении точки 0), мы получим вторую точку сброса с дороги, которая указывает границу между группами В и С. Здесь плавное нарастание суммарного значения признака (группа В) сменяется крайне слабым нарастанием признака (группа С).

Реальные кривые АВС состоят из элементарных участков, каждый из которых характеризуется определенной кривизной. Центры кривизны элементарных участков, как правило, не совпадают друг с другом, однако в областях А, В и С находятся сравнительно недалеко друг от друга, образуя так называемые облака центров кривизны.

Алгоритм решения задачи с помощью средств Excel представлен в табл. 5.3.

Таблица 5.3

Алгоритм решения задачи с помощью Exsel

Столбец	Название столбца	Формула для расчета
A	Код продукта	Первичная информация
B	Реализация за период	Первичная информация
C	Доля продукта в общей реализации	$C_i = B_i*100/СУММ\ B$
D	Номер строки упорядоченного списка	$D_1=1$; $D_2=D_1+1$ и т.д. до конца списка
E	Количество строк нарастающим итогом в % к общему количеству строк	$E_i = D_i*100/D_{макс}$
F	Доля продукта нарастающим итогом	$F_1=C_1$; $F_2=F_1+C_1$ и т.д. ($F_i=F_{i-1}+C_i$)

Продолжение табл. 5.3

Столбец	Название столбца	Формула для расчета
G	Рабочий параметр	G_i=ATAN (E_i/C_i) делимое есть величина постоянная!
H	Абсцисса конца нормали	$H_i=E_i+J_i*\cos(G_i)$
I	Ордината конца нормали	I_i=Fi - Ji*sin(G_i)
J	Длина нормали	$J_2=J_1$, $J_3=J_2$ и т.д. ($J_i=J_{i-1}$) J_i = натуральное число в пределах от 20 до 200
Точечная диаграмма строится по столбцам H и I		

Некоторую сложность представляет определение длины нормали к касательной. Как отмечалось выше, конец нормали должен лежать между облаками центров кривизны. Длина нормали задается в единицах шкалы OX и определяется путем нескольких итераций. Начать расчеты можно со значения 20, получив для этой длины нормали значения границ между группами. Затем следует последовательно, шаг за шагом, увеличивать длину нормали на 5–10 единиц. Вначале каждое приращение длины будет сопровождаться изменением значений границ (свидетельство того, что конец нормали при движении касательной пока находится в пределах срединного облака центров кривизны). В определенный момент, когда конец нормали выйдет из "срединной облачности", значения границ перестанут меняться с изменением длины нормали. Данные значения границ следует принять для дифференциации на группы A, B и C.

Дальнейшее увеличение длины нормали, в конце концов, приведет к тому, что с каждой итерацией границы вновь начнут меняться. Происходит это в связи с погружением конца нормали в облака центров кривизны спрямленных участков начала и конца графика ABC, отстоящие относительно далеко от кривой. Иными словами, следует выбрать такую длину нормали к касательной, которая обеспечит относительную стабильность границ множеств A, B и C.

Применение описанного метода к разделению номенклатуры, распределение которой представлено графиком в табл. 5.3 а, позволило установить следующие границы групп:

Таблица 5.3 а

Процентные соотношения групп A, B и C.

Группа	Доля в номенклатуре, %	Доля в потребности, %
A	9	84,4
B	13,8	12,6
C	77,2	3

Общий алгоритм проведения анализа ABC приводится в табл. 5.2.

Влияние вероятностного характера спроса на решения по управлению запасами (анализ XYZ)

Анализ ABC позволяет дифференцировать ассортимент (номенклатуру ресурсов, а применительно к торговле – ассортимент товаров) по степени вклада в намеченный результат. Принцип дифференциации ассортимента в процессе анализа XYZ иной – здесь весь ассортимент (ресурсы) делят на три группы в зависимости от степени равномерности спроса и точности прогнозирования.

В группу X включают товары, спрос на которые равномерен, либо подвержен незначительным колебаниям. Объем реализации по товарам, включенным в данную группу, хорошо предсказуем.

В группу Y включают товары, которые потребляются в колеблющихся объемах. В частности, в эту группу могут быть включены товары с сезонным характером спроса. Возможности прогнозирования спроса по товарам группы Y – средние.

В группу Z включают товары, спрос на которые возникает лишь эпизодически. Прогнозировать объемы реализации товаров группы 2 сложно.

Признаком, на основе которого конкретную позицию ассортимента относят к группе X, Y или Z, является коэффициент

вариации спроса (v) по этой позиции. Среди относительных показателей вариации коэффициент вариации является наиболее часто применяемым показателем относительной колеблемости:

$$v = \frac{\sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}}{\bar{x}} x100\%$$

где x – i-е значение спроса по оцениваемой позиции;

$\bar{x}$ _ среднее значение спроса по оцениваемой позиции за период n;

n – величина периода, за который произведена оценка.

Построение кривой XYZ осуществляется в прямоугольных координатах. По оси OX откладывают позиции ассортимента в порядке возрастания коэффициента вариации спроса, выраженные в процентах к общему количеству позиций ассортимента.

Допустим, управляя многотысячным ассортиментом, мы хотим сократить потери в результате хищений так называемыми несунами. Очевидно, что в первую очередь мы должны обеспечить контроль дорогих позиций, причем тех из них, которые легко вынести со склада и реализовать на стороне. Эти позиции необходимо разместить в специальных складах – "дорогих камерах", часть из них, возможно, уложить в сейфы. Некоторые из этих позиций можно держать на верхних ярусах стеллажей. Перечисленные меры потребуют затрат, эффективность которых будет тем выше, чем точнее определена группа "рискованного" ассортимента.

Эффективность затрат на обеспечение сохранности товара резко снизится, если мы будем жестко контролировать и те позиции, которые никто со склада "не заберет и даром", т. е. создадим высокую степень защиты для всей номенклатуры. В работе В. В. Волгина, посвященной методам организации складских бизнес-процессов, отмечается, что тщательный учет каждого находящегося на складе товара слишком дорог. Автор приводит пример проведенного в Англии выборочного обследования, которое показало, что 40 % проводок в документации контроля запасов пришлось на группу товаров, составляющих лишь 5 % от общей стоимости запасов. "Фирма систематически про-

водила инвентаризацию всех товаров и учет малоценных товаров обходился дороже их стоимости. После прекращения контроля дешевых товаров издержки по содержанию запасов снизились на 34 %".

Контрольные вопросы:

1. Что такое АВС-анализ?
2. Принцип работы правила Парето.
3. Алгоритм проведения анализа АВС.
4. Объясните кривую АВС.
5. Перечислите графические методы определения границ групп А, В и С.

6. СКЛАДИРОВАНИЕ, ГРУЗОПЕРЕРАБОТКА И УПАКОВКА

6.1. Склады в логистике

Склады, будучи вспомогательной подсистемой логистики, являются одним из важнейших элементов логистических систем. Объективная необходимость в специально обустроенных местах для содержания запасов существует на всех стадиях движения материального потока, начиная от первичного источника сырья и заканчивая конечным потребителем. Этим объясняется наличие большого количества разнообразных видов складов.

Современный рынок логистики предъявляет определенные требования к местам хранения запасов, т. е. складам. Каким должен быть современный склад? Современный *склад – сложное техническое сооружение, которое состоит из многочисленных взаимосвязанных элементов, имеет определенную структуру и выполняет ряд функций по преобразованию материальных потоков*. Он предназначен для приемки, размещения и хранения поступивших товаров, подготовки их к потреблению и отпуску потребителю [1–8].

Современный складской комплекс, обладающий совершенными технологиями, позволяет решать многие проблемы, связанные с обращением товарно-материальных ценностей. Правильно организованный склад позволяет оптимизировать затраты логистической системы, а процессы, связанные с функционированием складов, в конечном результате являются значительной составляющей совокупных затрат.

Логистика ставит задачу гармоничной организации внутрискладских процессов, а также задачу технической, технологической и планово-организационной сопряженности внутрискладских процессов с процессами, происходящими в окружающей экономической среде.

На рис. 6.1 показаны основные признаки классификации складов в логистике: по отношению к функциональным областям логистики и посредникам, видам продукции и собственно-

сти, функциональному назначению, уровню специализации, степени механизации и наличию внешних подъездных путей, техническому устройству и этажности.

6.2. Виды складов

По отношению к функциональным областям логистики различают склады в системе снабжения, производстве, распределении. В снабжении они предназначены для уменьшения транспортных издержек, потребностей комплектования материальных ресурсов и т. п. В производстве различают склады как по организационной структуре (заводские, цеховые, рабочих участков и т. п.), так и по видам продукции (склады материальных ресурсов, незавершенного производства, готовой продукции), функциональному назначению и другим признакам.

Склады готовой продукции в распределении различают по мощности и обслуживаемой территории (региональные распределительные центры и базы, консигнационные склады, территориальные склады и базы и т. д.), по функциональному назначению и по другим признакам, указанным на схеме классификации (рис. 6.1).

По виду хранимой продукции можно выделить склады материальных ресурсов, незавершенного производства, готовой продукции, тары, возвратных отходов, запасных частей и т. п.

По продуктовой специализации – специализированные, неспециализированные, специальные, универсальные, смешанные.

По форме собственности различают склады частные (корпоративные), государственных и муниципальных предприятий, общественных и некоммерческих организаций, ассоциаций и т. д.

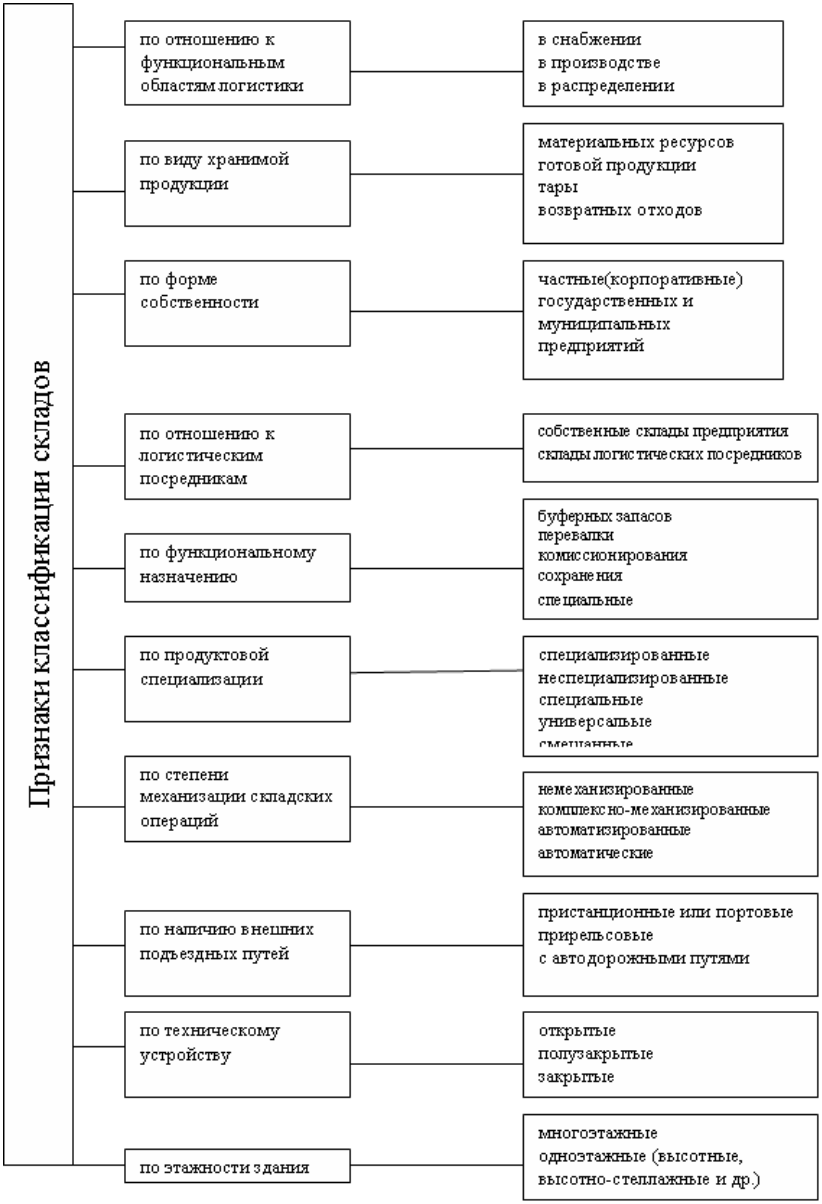


Рис. 6.1. Классификация складов в логистике

По отношению к логистическим посредникам склады могут принадлежать собственно фирме или логистическим посредникам (в системах снабжения и распределения): торговым, транспортно-экспедиторским предприятиям (грузовые терминалы), предприятиям по грузопереработке (склады для сортировки, комплектации, консолидации и т. п.), прочих логистических посредников (например, склады для таможенной «очистки» грузов) и т. д.

По функциональному назначению различают:

• склады буферных запасов, предназначенные для обеспечения производственного процесса (склады материальных ресурсов, незавершенного производства, производственных, страховых, сезонных и других видов запасов);

• склады перевалки грузов (терминалы) в транспортных узлах при выполнении смешанных, комбинированных, интермодальных и других перевозок;

• склады комиссионирования, предназначенные для формирования заказов в соответствии со специфическими требованиями клиентов;

• склады сохранения, обеспечивающие сохранность и защиту складируемых изделий;

• специальные склады (например, таможенные склады, склады временного хранения, тары, возвратных отходов и т. п.).

По степени механизации складских операций различают склады немеханизированные, комплексно-механизированные, автоматизированные и автоматические.

По наличию внешних подъездных путей различают склады пристанционные, прирельсовые, с автодорожными путями.

По техническому устройству различают открытые склады (площадки), полузакрытые склады (площадки под навесом), закрытые склады.

По этажности различают склады многоэтажные, одноэтажные (с высотой до 6 м), высотные (свыше 6 м), высотно-стеллажные (более 10 м), с перепадом высот.

Роль складирования в логистике неоднозначна. С одной стороны, рассматривая современные логистические концепции, мы отмечали, что общей тенденцией является максимальное со-

кращение складских запасов. С другой стороны, избежать создания складских запасов вообще в большинстве случаев не удается.

Основными причинами, заставляющими фирмы прибегать к складированию, являются:

• уменьшение логистических издержек в производстве и транспортировке за счет лучшего использования производственных мощностей, технологического оборудования, перевозки грузов экономичными партиями;

• координация и выравнивание спроса и предложения за счет создания складских страховых и сезонных запасов готовой продукции в дистрибутивной сети;

• удовлетворение потребностей операционного менеджмента, так как складирование может быть частью производственного процесса;

• создание условий для внедрения эффективных маркетинговых стратегий сбыта готовой продукции;

• улучшение потребительского спроса за счет более быстрого реагирования на спрос;

• достижение экономии на превентивных закупках по более низким ценам и складировании запасов материальных ресурсов, необходимых для обеспечения производственного процесса;

• более широкое географическое покрытие определенной территории рынка;

• гибкость в апробации новых секторов рынка.

Функции складов. В различных логистических процессах склады выполняют схожие функции: временного хранения материальных запасов, преобразования материальных потоков, обеспечения логистического сервиса. Поэтому совокупность работ, выполняемых на различных складах, примерно одинакова.

Современный рынок логистики классификацию складов подняли до уровня стандарта с классами A, B, C, D. Но четкого критерия для отнесения склада к одному из указанных классов еще не выработано. Крупные компании предъявляют разные критерий для этой классификации.

6.3. Складской технологический процесс

Основной перечень складского процесса представляет собой совокупность последовательно выполняемых операций, связанных с подготовкой к приемке продукции, поступлением, перемещением, распаковкой, приемкой продукции по количеству и качеству, размещением на хранение, укладкой, отборкой, комплектацией, подготовкой к отпуску и отпуском продукции потребителю.

В самом обобщенном виде техгологтческий процесс на складах можно представить следующим образом (рис. 6.2).

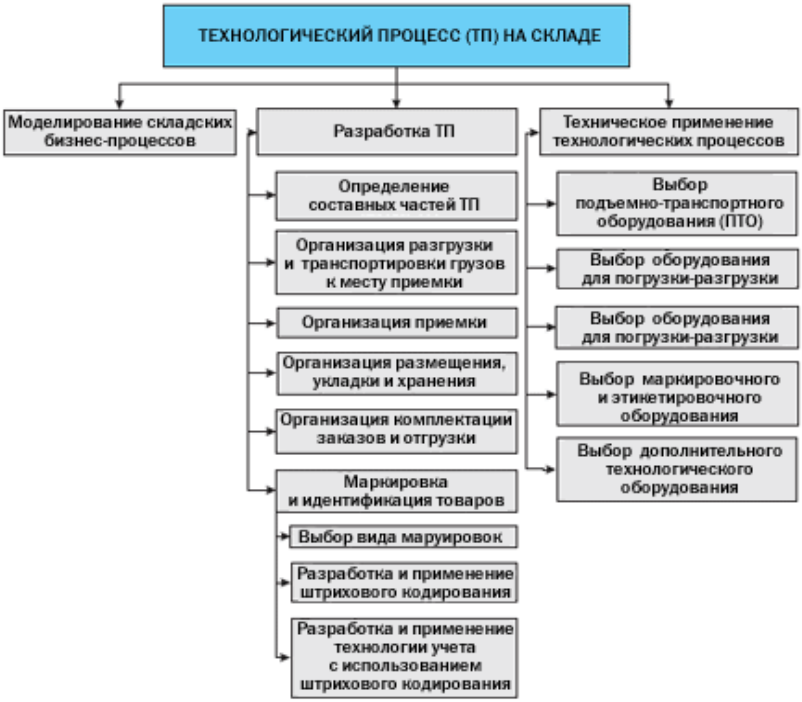


Рис. 6.2. Технологический процесс на складе

По данным Американской ассоциации владельцев складов, склады общего пользования осуществляют следующие виды

логистических услуг: грузопереработку, хранение и распределение относительно упаковки или грузовой единицы; хранение транзитных грузов; контроль и регулирование температуры и влажности в помещении склада; предоставление аренды складского пространства потребителям; предоставление офисных помещений, услуг видеотерминалов, телефонного и компьютерного сервиса; предоставление информации, связанной с транспортировкой грузов, экспедированием, дорожным движением; физическое распределение продукции в пределах склада, а также предоставление современных устройств подготовки и считывания информации, сканеров и т. п.

Разработка плана консолидации грузовых отправок; упаковка и сортировка товаров; дезинфекция; маркировка, прикрепление ярлыков, написание трафаретов, упаковка в защитную пленку; почтовые услуги и экспресс-отправки; пакетирование, паллетирование (паллет-поддон) и обвязывание груза; погрузка (разгрузка) на автомобили, прицепы и полуприцепы; подготовка, тестирование, испытание, взвешивание и контроль; консолидация и разукрупнение партий грузов; подготовка специальных мест хранения; подготовка и доставка товаросопроводительных документов; предоставление автотранспорта для местных и дальних перевозок; установка специальных приспособлений на транспортные средства для доставки негабаритных грузов; оформление складских документов по приемке груза, переадресовке, транзиту и т. п.; распределение грузовых отправок; подготовка грузовых документов; информирование о кредитовании; предоставление взаймы хранимых товаров; территориальный складской сервис; терминальный сервис для грузовых водных, железнодорожных и смешанных перевозок; хранение крупногабаритных грузов, металла и другой продукции, требующей нестандартного складского оборудования; открытое хранение грузов; грузопереработка, хранение и затаривание мелкопартионных отправок грузов; розлив, грузопереработка, хранение, бутилирование жидких грузов; грузопереработка и хранение контейнеров.

Как видно из этого перечня, современный склад выполняет большой объем сервисных логистических операций, предостав-

ляя клиенту возможность широкого выбора логистических решений по складированию, грузопереработке, упаковке, транспортировке, информационным услугам, т. е. по существу играет роль крупного логистического центра.

6.4. Формирование системы складирования

6.4.1. Выбор формы складирования

Выбор формы складирования связан с решением вопроса владения складом. Существуют две основные альтернативы: приобретение складов в собственность или использование складов общего пользования [9].

Ключевой критерий выбора между этими вариантами или их комбинаций *объем складского товарооборота*. Предпочтение собственному складу отдается при стабильно большом объеме складируемой продукции и высокой оборачиваемости. На собственных складах лучше поддерживаются условия хранения и контроля за продукцией, выше качество предоставляемых клиенту услуг и гибкость поставок.

Склады общего пользования целесообразно арендовать при низких объемах товарооборота или при хранении товара сезонного спроса. В закупочной и распределительной логистике (в тех случаях, когда на первое место выходят требования частой поставки мелкими партиями при строгой гарантии ее выполнения) многие предприятия стремятся воспользоваться услугами складов общего пользования, которые максимально приближены к потребителям. Аренда складов общего пользования имеет следующие преимущества:

- не требуются инвестиции в развитие складского хозяйства;
- сокращаются финансовые риски;
- повышается гибкость использования складских площадей (возможность изменения размера и срока их аренды);
- снижается ответственность за поддержание рационального уровня и сохранность запасов.

6.4.2. Определение количества складов и размещение складской сети

6.4.2.1. Территориальное размещение складов и их количество

Территориальное размещение складов и их количество определяются мощностью материальных потоков, спросом на рынке сбыта, размерами региона сбыта и концентрацией в нем потребителей, относительным расположением поставщиков и покупателей и т. д. Малые и средние предприятия, ограничивающие сбыт своей продукции одним или несколькими близлежащими регионами, имеют, как правило, один склад. Увеличение числа складов связано с изменением общих расходов на размещение складской сети [9].

Зависимость общих расходов от увеличения количества складов в логистической системе показана на рис. 6.2.

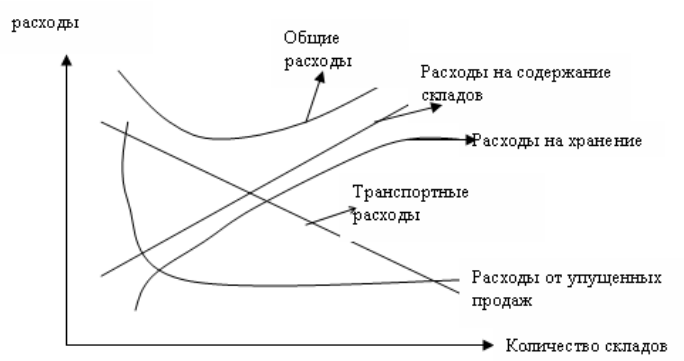


Рис. 6.2. Зависимость общих расходов на размещение складской сети от количества складов

При увеличении числа складов в системе уменьшаются транспортные расходы на доставку со склада конечному потребителю и расходы от упущенных продаж; одновременно происходит увеличение расходов на содержание складов и хранение

запасов в связи с ростом процента на капитал, вложенный в запасы. Максимальное приближение складов к потребителям дает возможность более четко и точно реагировать на изменение их требований, что позволяет сократить расходы от упущенных продаж.

Принимая решение о количестве складов, предприятие должно исходить из условия минимизации общих суммарных издержек обращения. На практике используются два варианта формирования и размещения складской сети – *централизованная* и *децентрализованная* система складов.

Централизованная система складирования включает в себя один крупный центральный склад, где накапливается основная часть запасов, и филиальные склады (в их числе и склады общего пользования), располагающиеся в регионах сбыта.

В *децентрализованной системе* основная часть запасов концентрируется в сети складов, рассредоточенных в различных регионах в непосредственной близости от потребителя. Такая схема размещения складов наиболее целесообразна в системе распределения, где основным клиентом выступает розничная сеть, осуществляющая заказы мелкими партиями, но с более частой периодичностью поставки.

6.4.2.2. Определение месторасположения склада

Одна из фундаментальных задач вспомогательной подсистемы складирования в логистике – определение месторасположения распределительного склада в регионе [13, 40]. Для этого необходимо знать:

- месторасположение (координаты x_i, y_i) фирм-производителей и потребителей (клиентов) данной продукции;
- объемы поставок продукции (Q_i);
- маршруты доставки (характеристику транспортной сети);
- затраты (или тарифы) на транспортные услуги (T_i).

В зависимости от выбранного критерия оптимизации и учета расстояний между поставщиками, потребителями и складом возможны следующие типовые случаи.

Месторасположение распределительного склада определяется в виде координат центра тяжести грузовых потоков по формулам [40]:

$$A_x = \frac{\Sigma Q_i x_i}{\Sigma Q_i}, \qquad (6.1)$$

$$A_y = \frac{\Sigma Q_i y_i}{\Sigma Q_i}, \qquad (6.2)$$

где A_x, A_y – координаты распределительного склада, км;

Q_i – объем (вес) груза, т;

x_i y_i – соответственно расстояние от начала осей координат до расположения поставщика или клиента, км.

Месторасположение склада определяется как «центр равновесной системы транспортных затрат» [41]. Расчет координат склада проводится по формулам:

$$A_x = \frac{\Sigma T_i x_i Q_i}{\Sigma T_i Q_i}, \qquad (6.3)$$

$$A_y = \frac{\Sigma T_i y_i Q_i}{\Sigma T_i Q_i}, \qquad (6.4)$$

где T_i – транспортный тариф для i-го поставщика или потребителя (клиента), у.е..\т.км.

Суммирование в формулах (6.1)–(6.4) проводится от i = 1 до m, где m – общее количество поставщиков и потребителей.

Очевидно, что при T_i = *const* формулы (6.1)–(6.4) совпадают.

Транспортные тарифы T_i в играют роль весовых коэффициентов, которые могут принимать различные значения и, следовательно, расширяют возможности учета различных факторов по сравнению с случаем без учета их.

6.4.3. Расчет складских площадей

Основным показателем, характеризующим то или иное складское помещение, *является размер общей площади склада [9]*.

Общая площадь склада подразделяется на следующие составляющие:

- *грузовую* или *полезную*, занятую непосредственно материальными ценностями или устройствами для их хранения;
- *оперативную*, занятую приемными, сортировочными, комплектовочными и отпускными площадками, а также штабелями и стеллажами;
- *конструктивную*, занятую перегородками, колоннами, лестницами и т. п.;
- *служебную*, занятую под конторы и бытовые помещения.

Определение размера грузовой (полезной) площади склада может производиться двумя методами: по удельным нагрузкам; с помощью объемных измерителей.

По первому методу размер полезной площади определяется по формуле

$$S_{пол} = \frac{z_{\max}}{q_{доп}},$$

где $S_{пол}$ – полезная площадь склада, м²;

Z_{max} – максимальный размер запасов, подлежащих хранению, т;

$q_{доп}$ – допустимая нагрузка на 1 м² полезной площади склада, т.

В этом случае общая площадь $S_{общ}$ определяется по формуле:

$$S_{общ} = \frac{S_{пол}}{K_{и}}$$

где $K_{и}$ – коэффициент использования общей площади склада.

Второй метод более точный. Полезная площадь склада определяется по формуле

$$S_{пол} = S_{ст} n_{ст},$$

где $S_{ст}$ – площадь, занимаемая одним стеллажом, м²;
$n_{ст}$ – количество стеллажей для хранения, шт.:

$$n_{ст} = \frac{n_{яо}}{n_{яст}},$$

где $n_{яо}$ – общее количество ячеек стеллажей, необходимое для хранения максимального запаса, шт.;
$n_{яст}$ – количество ячеек в данном стеллаже, шт.;

$$n_{яо} = \frac{z_{\max}}{v_я g K_о},$$

где $V_я$ – объем ячейки стеллажа, м²;
g – удельный вес хранимого материала, т/м³;
$K_о$ – коэффициент заполнения объема ячейки.

6.5. Оценка работы складов

Оценка работы действующих складов, а также выбор наиболее выгодного варианта строящихся и реконструируемых производится по следующим группам технико-экономических показателей:

- показатели интенсивности работы складов;
- показатели эффективности использования площади склада;
- показатели механизации складских работ [9].

6.5.1. Показатели интенсивности работы складов

Показатели интенсивности работы складов включают складской товарооборот и грузооборот, а также показатели оборачиваемости материалов на складе.

Складской товарооборот – показатель, характеризующий количество реализованной продукции за соответствующий пе-

риод (месяц, квартал, год) с отдельных складов предприятия, торгово-посреднических организаций и т. д.

Складской грузооборот – натуральный показатель, характеризующий объем работы складов. Исчисляется количеством отпущенных (отправленных) материалов в течение определенного времени (односторонний грузооборот).

Грузопоток – количество грузов, проходящих через участок в единицу времени.

Грузопереработка – количество перегрузок по ходу перемещения груза. Отношение грузопереработки к грузообороту склада характеризуется коэффициентом переработки, который может быть больше грузопотока в 2–5 раз. Снижение коэффициента грузопереработки говорит об улучшении технологии переработки грузов и внедрении комплексной механизации и автоматизации на складе.

Коэффициент оборачиваемости материалов – это отношение годового (полугодового, квартального) оборота материалов к среднему остатку его на складе за тот же период. Если обозначить Q – расход (отпуск) материала на складе за какой-либо календарный период (год, квартал, месяц); q_1 – остаток материала на складе на 1-е число первого месяца; q_2 – то же на 1-е число второго месяца; $q_{n\text{-}1}$, – то же на 1-е число предпоследнего месяца; q_n – то же на конец последнего месяца, то скорость оборота материалов рассчитывается по формуле

$$K_{об} = \frac{Q_{pm}}{\frac{q_1}{2} + q_2 + \ldots + \frac{q_n}{2}},$$

где m – количество остатков, использованных для расчета.

$K_{об}$ всегда должен быть больше единицы.

Коэффициент неравномерности $K_н$ поступления (отпуска грузов со склада определяется отношением максимального поступления (отпуска) груза в тоннах Q_{max} за определенный период времени к среднему поступлению (отпуску) $Q_{ср}$ т. е.

$$K_н = \frac{Q_{\max}}{Q_{ср}},$$

Неравномерность поступления (отпуска) грузов оказывает большое влияние на размеры приемочных (отпускных) площадок, работу подъемно-транспортных механизмов.

6.5.2. Показатели эффективности использования площади склада

К данной группе показателей относятся:

- коэффициент использования складской площади;
- коэффициент использования объема склада;
- удельная средняя нагрузка на 1 м² полезной площади;
- грузонапряженность.

Поясним каждый показатель.

Коэффициент использования складской площади $K_{ип}$ представляет собой отношение полезной (грузовой) площади к общей площади склада:

$$K_{ип} = \frac{S_{пол}}{S_{общ}}.$$

Коэффициент использования объема склада K_v характеризующий использование не только площади, но и высоты складских помещений, устанавливается по формуле

$$K_v = \frac{V_{пол}}{V_{общ}},$$

где $V_{пол}$ – полезный объем, определяемый произведением грузовой площади на полезную высоту (т.е. высоту стеллажей, штабелей);

$V_{общ}$ – общий объем склада, определяемый произведением общей площади на основную высоту (т.е. высоту от пола склада до выступающих частей перекрытия, ограничивающих складирование груза).

Удельная средняя нагрузка на 1 м² полезной площади показывает, какое количество груза располагается одновременно на каждом квадратном метре полезной площади склада

$$g = \frac{Z_{\max}}{S_{пол}},$$

где g – удельная нагрузка на 1 м² полезной площади, т/м²;

Z_{max} – количество единовременно хранимого груза или максимальный запас материалов, хранимый на складе, т.

Грузонапряженность 1 м² общей площади склада М в течение года устанавливается по формуле

$$M = \frac{Q_f}{S_{общ}},$$

где Q_f – годовой грузооборот склада, т.

Коэффициент грузонапряженности дает возможность сравнить использование складских помещений и их пропускную способность за рассматриваемый период.

6.5.3. Показатели механизации складских работ

Показатели механизации складских работ включают:

- *степень охвата рабочих механизированным трудом* – определяется отношением числа рабочих, выполняющих работу механизированным способом, к общему числу рабочих, занятых на складских работах;
- *уровень механизации складских работ* – определяется отношением объема механизированных работ к объему выполненных работ;
- *объем механизированных работ* – определяется как произведение грузопотока, перерабатываемого механизмами, на количество перевалок грузов механизмами.

6.6. Упаковка в логистике

6.6.1. Понятие упаковки в логистике

Важным аспектом грузопереработки является упаковка, выполняющая четыре основные функции [42]:

1) идентификацию товара и предоставление о нем основной информации (информация о товаре может передаваться с помощью надписей на упаковке, этикеток, штрих-кодов, маркировок и т. п.);

2) защиту от повреждений (препятствует воздействию агрессивных химических сред, физических воздействий, защищает от порчи, возможных хищений и т. п.);

3) повышение эффективности грузопереработки (унификация упаковки позволяет проектировать и применять стандартные ряды складского и грузоперерабатывающего оборудования, унифицировать характеристики транспортных средств);

4) оказание помощи маркетингу по продвижению и рекламе продукции, а также предоставление информации потребителям.

Исходя из функций упаковки, можно определить ее основные свойства:

- надежность упаковки определяется тем, каким воздействиям внешней среды она подвергается в процессе хранения и транспортировки;
- полезность упаковки определяется ее влиянием на эффективность и производительность всех логистических операций – от продуктивности загрузки подвижного состава и подборки заказов на складе до коэффициента использования складского пространства и грузовместимости транспортных средств.

Степень важности каждой из вышеуказанных функций в значительной степени зависит от конкретной продукции. Существуют два основных типа упаковки. Во-первых, это внутренняя, или потребительская, упаковка, разрабатываемая для пользователей и включающая материалы маркетингового и стимулирующего характера. Потребительская упаковка должна быть удобной в применении, привлекательной для глаза, компактной (т. е. обеспечивать рациональное использование торговых площадей), обладать защитными свойствами (предохранять содержимое от повреждений). Во-вторых, внешняя, или промышленная, упаковка, разработанная для защиты продукции и более удобной его грузопереработки.

Одной из важнейших концепций упаковки, связанной с процессами хранения и грузопереработки, является концепция

стандартной укрупненной грузовой единицы (стандартизированная грузовая единица). Создание укрупненной грузовой единицы сводится к физическому объединению (консолидации) отдельных промышленных упаковок в один стандартизированный «пакет», удобный для транспортировки и грузопереработки.

Все формы создания укрупненных грузовых единиц – от простой связки двух промышленных упаковок до консолидации грузов посредством специализированного транспортного оборудования – включаются в понятие «контейнеризация». Все виды контейнеризации имеют одну цель – повышение эффективности грузопереработки.

Можно выделить две основные формы укрупненной грузовой единицы: жесткие контейнеры и нежесткие контейнеры.

Жесткий контейнер – устройство, в которое помещаются промышленные упаковки или разрозненные изделия для складирования или транспортировки для облегчения операций грузопереработки и повышения защищенности продукции. Основными преимуществами использования данного метода формирования грузовой единицы являются:

- предотвращение повреждения продукции в ходе грузопереработки и транспортировки;
- предупреждение хищений;
- уменьшение потребности в защитной упаковке;
- повышение уровня защищенности грузов от агрессивных воздействий внешней среды;
- устранение проблемы утилизации использованной тары в связи с тем, что жесткий контейнер представляет собой единицу многоразового применения.

Нежесткие контейнеры не создают замкнутой защищающей оболочки для складируемой и транспортируемой продукции. Примером нежестких контейнеров является штабелирование промышленных упаковок на паллетах (поддонах) или скользящих листах. Основным недостатком штабелирования является его недостаточная устойчивость. Обычно для повышения устойчивости штабелей на поддонах применяются следующие стандартные способы: перевязывают веревкой или стальной проволокой, скрепляют угловыми стойками, обматывают клейкой

лентой, пленкой или прокладочными материалами и употребляют другие препятствующие скольжению средства (растяжки, стяжки).

Паллетом (поддоном) называется горизонтальная площадка минимальной высоты, соответствующая способу погрузки с помощью вилочной тележки или вилочного погрузчика и других технических средств, используемая в качестве основания для сбора, складирования, перегрузки, транспортировки грузов. Основными преимуществами использования данного метода формирования грузовой единицы являются:

- сохранность продукции на всем протяжении логистического канала;
- повышение эффективности и снижение стоимости логистических операций транспортировки, складирования, грузопереработки;
- возможность наиболее полного использования производительности транспортно-складских механизмов, грузоподъемности и грузовместимости транспортных средств;
- повышение уровня механизации и автоматизации транспортно-складских операций;
- возможность перегрузки (перевалки) на другой вид транспорта без переформирования.

Для упаковки используется множество разнообразных материалов. В число традиционных упаковочных материалов входят гофрированный картон, джутовые или пеньковые мешки, стальные канистры, бочки, ящики, клетки, оберточные ленты, а также многослойные бумажные мешки и коробки. В последнее время к ним добавились и такие более современные упаковочные материалы, как термоусадочные и эластичные (растягивающиеся) пленки, пакеты и прокладки из полиэтилена низкой плотности, коробки и мешки из полиэтилена высокой плотности, пластиковые ленты, пенопластовые прокладки и футляры для упаковки хрупких предметов и изделий неправильной формы.

6.6.2. Тестирование упаковки

В процессе освоения новой продукции и новых способов упаковки имеет смысл проводить предварительное тестирование упаковки. Организации, которые производят различные упаковочные материалы и торгуют ими, обеспечивают бесплатное тестирование упаковок. Упаковки проходят тесты, в ходе которых искусственно создаются самые разнообразные экстремальные ситуации, возможные в реальной жизни: вибрации, падение, горизонтальный удар, сжатие (при размещении большого груза сверху на упаковке), длительное воздействие предельных температур или влаги, неосторожное обращение [43]. Для того чтобы спроектировать упаковку, требуется следующая информация:

- информация о климатических условиях в регионах, где будет использоваться тара;
- информация о степени хрупкости товара, который необходимо защитить с помощью тары;
- информация об эксплуатационных характеристик различных упаковочных материалов.

Помимо тестирования новой тары, грузоотправители ведут регистрацию всех претензий по потерям и повреждениям товаров и тары. Используя метод статистических испытаний, по этим данным можно определить, случайны ли повреждения. Если повреждения носят неслучайный характер, предпринимаются меры для дополнительной защиты самых уязвимых мест тары.

Часто при тестировании тары наблюдают за фактическими воздействиями в процессе транспортировки. Для этого внутрь картонных коробок с перевозимыми товарами вставляются регистрирующие устройства, которые регистрируют изменения во времени ряда переменных, таких как температура, влажность, сила и величина ускорения.

Сложные следящие устройства (датчики) очень дороги, но иногда без них нельзя найти причину повторяющихся время от времени повреждения груза в пути. Менее сложные устройства используются для регистрации температуры, иногда их показания служат основанием для претензии о повреждении, предъявляемой перевозчику.

6.6.3. Наклейка этикеток

После того как товар упакован в тару для распознавания содержимого необходимо сделать маркировку тары и наклеить этикетку. Для этой цели используются слова или кодовые номера в зависимости от природы товара и вероятности его хищения. Применяются также отражающие этикетки, считываемые с помощью оптических сканеров [43].

Существует множество правил, регламентирующих использование этикеток на розничной упаковке. К обязательной относится информация о массе, содержимом и инструкции по использованию товара.

При производстве сложных изделий необходимо также наклеивать этикетки на закупаемые детали и комплектующие, чтобы постоянно отслеживать их местоположение. Обычно для этого используются штрих-коды, которые считывают с помощью сканеров или сенсоров.

Контрольные вопросы:

1. Что включает процесс складирования в логистике?
2. Дайте определение и классификацию складов.
3. Перечислите основные функции складов.
4. Выбор формы складирования.
5. Расчет складских площадей.
6. Показатели работы складов. Как производится упаковка, тестирование и наклейка этикетов в логистике?

7. ЛОГИСТИЧЕСКИЙ СЕРВИС

7.1. Понятие и система логистического сервиса

Деятельность производителя любых товаров, но особенно технически сложных, обречена на неудачу, если должным образом не организован высококачественный сервис – непременное условие рыночного успеха товара. Из года в год важность сервиса непрерывно возрастает, что объясняется многими причинами, в частности, развитием концепции всеобщего управления качеством в индустрии сервиса, нацеленностью в своей деятельности многих предприятий на конечного потребителя и др. [1].

Природа логистической деятельности предполагает возможность оказания участникам движения материального потока разнообразных логистических услуг. Большое количество звеньев логистической системы и логистических посредников являются, по существу, предприятиями сервиса, в которых услуги неразрывно связаны с продуктом, распределяемым, продвигаемым и продаваемым на различных участках логистической цепи. К таким звеньям относятся всевозможные транспортные компании, оптовые и розничные торговцы, компании физического распределения и т. п. При этом стоимость сервисных услуг может значительно превосходить затраты непосредственно на производство продукции.

Объектом логистического сервиса являются различные потребители материального потока. Осуществляется логистический сервис либо самим поставщиком, либо экспедиторской фирмой, специализирующейся в области логистического сервиса.

Все работы в области логистического обслуживания можно разделить на три основные группы: предпродажные, т. е. работы по формированию системы логистического сервиса, оказанию логистических услуг, осуществляемых в процессе продажи товаров, послепродажный логистический сервис.

До начала процесса реализации работа в области логистического сервиса включает в себя в основном определение политики фирмы в сфере оказания услуг, а также их планирование.

В процессе реализации товаров могут оказываться разнообразные логистические услуги, например: проверка наличия товарных запасов на складе; исполнение заказа, в т. ч. подбор ассортимента, упаковка, формирование грузовых единиц и др.; обеспечение надежности доставки; предоставление информации о прохождении грузов.

Послепродажные услуги – это гарантийное обслуживание, обязательства по рассмотрению претензий покупателей, обмен и т. д.

К основным принципам, которые положены в основу современного логистического сервиса, относятся: максимальное соответствие требованиям потребителей и характеру услуг; ориентация на функциональный процесс; ориентация на совершенствование информационного процесса, документации; неразрывная связь сервиса с маркетингом, его основными принципами и задачами; гибкость сервиса, его направленность на учет меняющихся требований рынка, потребителей; постоянное повышение качества сервиса, поиск новых оптимальных путей удовлетворения потребителей; участие всех сотрудников функциональных подразделений предприятия в обеспечении качества сервиса.

Влияние услуг на конкурентоспособность предприятия и величину издержек, а также ряд других факторов заставляют предприятия иметь точно определенную стратегию в области логистического обслуживания потребителей.

Рассмотрим последовательность действий, которые позволяют сформировать систему логистического сервиса (рис. 7.1).

Сегментация потребительского рынка может осуществляться по географическому фактору, характеру сервиса или по какому-либо иному признаку. Выбор значимых для покупателей услуг, их ранжирование, определение стандартов услуг можно осуществить, проводя различные опросы клиентов. Оценка оказываемых услуг осуществляется различными способами, например, уровень надежности поставки можно измерить долей поставленных в срок партий.

Ресурсы компании концентрируются на предоставлении покупателям выявленных наиболее важных для них услуг.

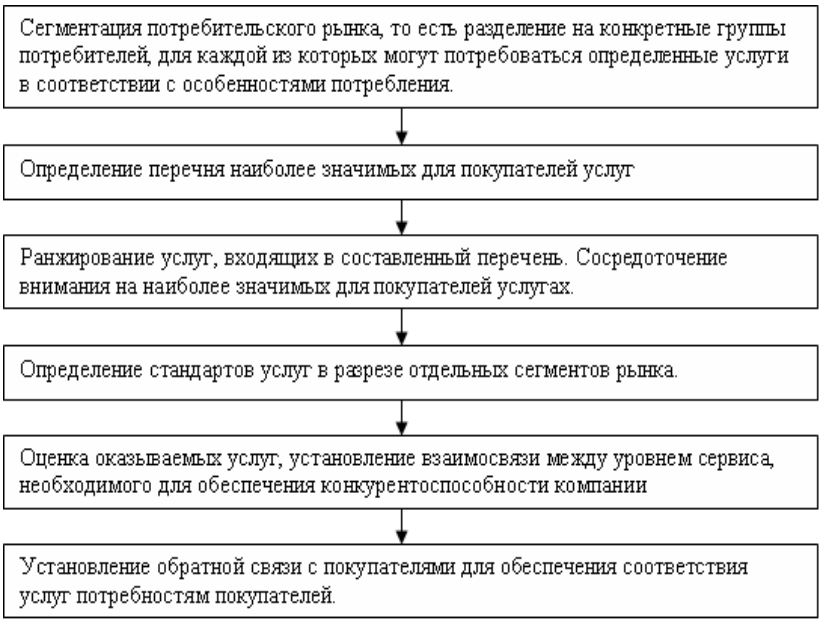


Рис. 7.1. Последовательность действий по формированию системы логистического сервиса на фирме

7.2. Уровень логистического сервиса

7.2.1. Логистический сервис

Поскольку логистический сервис имеет ряд особенностей по сравнению с продуктовыми характеристиками, до сих пор отсутствуют эффективные способы оценки его качества. Такими особенностями являются:

1. Неосязаемость сервиса. Заключается в сложности для поставщиков сервиса объяснить и специфицировать сервис, а также объясняется трудностью со стороны покупателя в его оценке.

2. Покупатель зачастую принимает прямое участие в производстве услуг.

3. Услуги потребляются в больших размерах в то же время, в которое они производятся, то есть услуги не могут складиро-

ваться и транспортироваться.

4. Покупатель никогда не становится собственником, покупая услуги.

5. Сервис – это деятельность (процесс) по доставке услуг, и поэтому не может быть протестирован прежде, чем покупатель купит услуги.

6. Сервис часто состоит из системы более мелких (субсервисных) операций, причем покупатель оценивает эти субсервисные операции. Качество и привлекательность сервиса зависят от способности покупателя оценить его в итоге (в общем плане).

Измерение качества сервиса должно основываться на критериях, используемых покупателями услуг для этих целей. Когда покупатель оценивает качество сервиса, он сравнивает некоторые фактические значения «параметров измерения» качества с ожидаемыми им величинами этих параметров, и если эти ожидания совпадают, то качество признается им удовлетворительным [1–8].

Качество сервиса в логистике будет определяться совокупным ожиданием покупателя в смысле минимальных расхождений между ожиданиями и фактическими параметрами, хотя, конечно, оценка расхождения и самих измерений будет субъективна. Наиболее важными компонентами (параметрами) измерения качества сервиса будут следующие:

• осязаемость – та физическая среда, в которой предоставлен сервис, удобство, оргтехника, оборудование, внешний вид персонала и т. п.;

• надежность – последовательность исполнения «точно в срок», т. е., например, в физическом распределении доставка нужного товара в нужное время в необходимое место. Также надежность информационных и финансовых процедур, сопровождающих физическое распределение;

• ответственность – желание помочь покупателю, гарантии выполнения сервиса;

• законченность – обладание требуемыми навыками и компетентностью, знаниями для выполнения сервиса;

• доступность – легкость установления контактов с поставщиками сервиса, удобное для покупателя время оказания услуг;

• безопасность – свобода от опасности, риска, недоверия, сохранность груза при физическом распределении;

• вежливость – поведение поставщика сервиса, корректность, любезность контактного персонала;

• способность разговаривать на языке, понятном покупателю.

Необходимо отметить, что стандартизация сервиса играет важную роль в логистике. В большинстве ведущих компаний логистический сервис регламентируется стандартами, установленными Международной организацией по стандартизации – ISO и изложенными в серии стандартов ISO-9000 и в более поздних сериях.

Элементы ISO-9000:

1. Ответственность руководства.
2. Система контроля качества.
3. Обязательства поставщика.
4. Управление проектированием.
5. Управление документацией.
6. Качество при закупках.
7. Идентификация продукции и обеспечение прослеживаемости.
8. Управление процессом предоставления услуги.
9. Оценка качества обслуживания потребителей.
10. Управление контрольным, измерительным и испытательным оборудованием.
11. Корректирующие действия применительно к несоответствующим услугам.
12. Погрузочно-разгрузочные работы, складирование, упаковка, поставка и обеспечение сохранности продукции.
13. Взаимодействие с потребителями.
14. Контроль данных о качестве обслуживания.
15. Внутренние проверки качества обслуживания.
16. Обучение персонала.
17. Статистические методы.

Важным критерием, позволяющим оценить систему обслуживания как с позиции поставщика, так и с позиции получателя услуг, является уровень логистического сервиса.

Расчет данного показателя выполняют по следующей формуле: $\eta = m: Mx100\ \%$,

где η – уровень логистического сервиса;

M – количественная оценка теоретически возможного объема логистического сервиса; m - количественная оценка фактически оказываемого объема логистического сервиса.

Для оценки уровня логистического сервиса выбираются наиболее значимые виды услуг, т. е. услуги, оказание которых сопряжено со значительными затратами, а неоказание – с существенными потерями на рынке.

Определение оптимального объема уровня логистического сервиса.

Как было показано выше, рост уровня сервиса сопровождается, с одной стороны, повышением расходов на сервис, а с другой – ростом объема продаж и, соответственно, ростом доходов. Задача управления заключается в поиске оптимальной величины уровня логистического сервиса.

Графически оптимальный размер уровня сервиса можно определить, построив суммарную кривую, отражающую поведение затрат и дохода в зависимости от изменения уровня сервиса.

Оптимальное значение уровня сервиса можно найти, также сложив кривые затрат на сервис и потерь на рынке, вызванных снижением уровня сервиса (рис. 7.2).

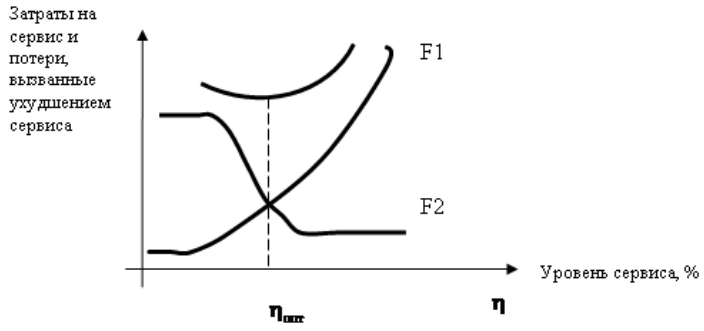


Рис. 7.2. Определение оптимального уровня сервиса. Критерий-минимум суммарных затрат и потерь

Кривая F1 показывает зависимость затрат на сервис от уровня сервиса, а кривая F2 – зависимость потерь на рынке, вызванных ухудшением сервиса, от величины уровня сервиса. Сложением графиков находим $\eta_{опт}$ – оптимальный уровень сервиса согласно критерию минимума суммарных затрат и потерь.

7.2.2. Критерии качества логистического обслуживания

Для оценки качества логистического обслуживания применяются следующие критерии:

- гибкость поставки;
- надежность поставки;
- длительность выполнения заказа.

Гибкость поставки характеризует степень удовлетворения пожеланий клиента об изменении первоначальных условий поставки без нарушения согласованного срока выполнения заказа. Сюда относят возможность изменения формы или способа передачи заказа, вида тары и упаковки по сравнению с установленными в рамках спецификации заказа и др.

Надежность поставки определяет способность поставщика соблюдать обусловленные договором сроки выполнения заказа. Существенным фактором, влияющим на надежность поставки, является наличие предусмотренных договором обязательств (гарантий), в силу которых поставщик несет ответственность за нарушение сроков поставки.

Длительность выполнения заказа характеризует календарный период с момента получения заказа до поставки партии товаров потребителю. Длительность выполнения заказа включает в себя время оформления заказа, изготовления (если заказанные товары отсутствуют на складе), упаковки, отгрузки и доставки потребителю.

7.2.3. Послепродажное логистическое обслуживание

Послепродажное логистическое обслуживание представляет собой комплекс услуг по техническому обслуживанию това-

ров в течение всего срока их эксплуатации, информированию и обучению потребителей.

Логистическое обслуживание в послепродажный период включает следующие основные мероприятия:

- определение услуг, предоставляемых клиенту посла продажи товара;
- установление порядка послепродажного обслуживания в ходе обсуждения условий его поставки;
- подготовку и выпуск необходимой технической документации, обучение пользователей товаров;
- реализацию запасных частей, а также инструментов и измерительных приборов, позволяющих осуществлять уход за поставляемыми товарами;
- управление процессом логистического обслуживания путем прямого его осуществления или посредством контроля за качеством обслуживания, проводимого субподрядчиками, дистрибьюторами или самими клиентами;
- определение и возможную подготовку необходимой инфраструктуры и помещений для хранения запасных частей и проведения ремонтных работ;
- управление транспортными средствами, погрузоразгрузочными работами, временным складированием и упаковкой в ходе перемещения запасных частей, а также передвижениями обслуживающего персонала.

Контрольные вопросы:

1. Раскройте понятие логистического сервиса.
2. Назовите причины необходимости выработки стратегии фирмы в области логистического обслуживания потребителей.
3. Приведите последовательность действий, позволяющую сформировать систему логистического сервиса.
4. Охарактеризуйте метод количественной оценки уровня логистического сервиса.
5. Покажите зависимость экономических показателей деятельности предприятия от уровня оказываемого им логистического сервиса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гаджинский А. М.* Основы логистики: Учебник – М.: Издательская торговая корпорация «Дашков и К», 2005. – 432 с.

2. *Аникин Б. А.* Логистика. – М.: ПРОСПЕКТ, 2008. – 405 с.

3. Неруш Ю. М. Логистика. – М.: Проспект, 2006.

4. Рынок и логистика / Под ред. *М. П. Гордона.* – М.: Экономика,1993.

5. *Родников А. Н.* Логистика: Терминолог. словарь. – М.: Экономика, 2005.

6. *Смехов А. А.* Введение в логистику. – М.: Транспорт, 1993.

7. *Шеннон Р. Ю.* Имитационное моделирование систем – наука и искусство / Пер с англ. Под. ред. *Е. К. Масловского*. – М.: Мир, 1978.

8. *Тулембаева А. Н.* Логистика: Учебник. – Алматы: Триумф «Т», 2008.С.358.

9. *Ельдештейн Ю. М.* Логистика. Электронно-методический комплекс. Красноярск, 2006.

10. *Сейдахметов А.* Основы экономики и организации кластера: Учеб. пособие. – Алматы: Экономика, 2011. – С. 369.

11. *Сейдахметов А., Тышканбаева М. Б.* Транспортная система Республики Казахастан и ее роль в системе национальной экономики // Мат. Межд. науч.-прак. конф. «Логистика – Евразийский мост». 2–3 марта, 2011.– Красноярск: Краснояр. гос. агр. ун-т, 2011. – Ч. 2. – С. 20–25.

12. *Абдыгаппарова С. Б., Тышканбаева М. Б., Сейдахметов А.* Логистический кластер в Казахстане: состояние и перспективы развития // Мат. круглого стола «Казахстанско-Германские инновации в сфере логистики» 29 сентября 2012 г.

13. *www.bnews.kz/ru/news/post/109265/* Казахстан улучшает свои позиции в рейтинге эффективности логистики Всемирного банка (LPI).

14. *Бурков В. Н., Кондратьев В. В.* Механизмы функционирования организационных систем. – М.: Наука, 1981. – 384 с.

15. *Бурков В. Н., Ириков В. А.* Модели и методы управления организационными системами. – М.: Наука, 1994. – 260 с.

16. *Бурков В. Н., Кулжабаев Н. М.* Активные системы и деловые игры: Учеб. пособие. – Алматы: РИК Казахской академии образования им. И. Алтынсарина, 2000. –226 с.

17. *Кулжабай Н. М., Исмаилова Р. Т.* Моделирование организационных механизмов социально-экономических систем: Учеб. пособие. – Алматы: КазНТУ, 2009. – 254 с.

18. *Кулжабай Н. М., Ботаева С. Б., Исмаилова Р. Т.* Теория организационного управления логистическими системами: Учеб. пособие. – Алматы: КазНТУ им. К. И. Сатпаева, 2013.

19. *Кулжабай Н. М., Исмаилова Р. Т., Ботаева С. Б.* Математические модели в логистике // Сб. тр. Межд. науч.-прак. конф. «Устойчивое развитие экономики Казахстана: императивы модернизации и бизнес-инжиниринг. – Алматы: КазНТУ им. К. И. Сатпаева. – Ч. 2. – С. 14–18.

20. *Кулжабай Н. М., Исмаилова Р. Т.* Моделирование механизма управления запасами в закупочной логистике // Сб. науч. тр. по мат. I Межд. науч.-прак. конф.: Проблемы и тенденции развития инновационной экономики: международный опыт и российская практика 20–21 марта 2013 года. – Т. 1. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – С.108–110.

21. *Кулжабай Н. М.* Модели и механизмы функционирования активной производственной системы // Вестн. МОиН РК, НАН РК. – 2002. – № 3. – С. 67–72.

22. *Кулжабай Н. М., Ботаева С. Б.* Описание и исследование модели задачи производственной логистики // Вестн. КазНТУ. – 2007. – № 3.– С. 166–171.

23. *Кулжабай Н. М., Исмаилова Р. Т.* Исследование модели механизмов функционирования производственной логистики // Мат. VI Межд. науч.-прак. конф. «Логистика – евразийский мост» (2–3 марта 2011 г., г. Красноярск). В 2-х частях. – Ч. 1. – С. 415–420.

24. *Ботаева С. Б., Кулжабай Д. Н.* Описание задачи распределения в логистической системе // Тр. Межд. конф. «Автоматизация и управление. Перспективы, проблемы и решения». – Алматы: КазНТУ, 2007. – С. 126–128.

25. *Кулжабаев Н. М.* Описание моделей механизмов функционирования транспортных систем // Вестн. КазНТУ. – 1996. – № 1. – С. 19–22.

26. *Бурков В. Н , Кулжабай Н. М., Исмаилова Р. Т.* Исследование организационных механизмов транспортной логистической системы // Сб. тр. Межд. науч.-прак. конф. «Устойчивое развитие экономики Казахстана: императивы модернизации и бизнес-инжиниринг. – Алматы: КазНТУ, 2012. – Ч.2. – С. 8–12.

27. *Кулжабай Н. М., Ботаева С. Б.* Описание организационного механизма активной логистической системы // Мат. II Межд. науч.-прак. конф. «Европейская наука XXI века: стратегия и перспективы развития – 2006». – Украина: Днепропетровск, Россия: Белгород, 2006. – Т. 6. – С. 8–12.

28. *Кулжабай Н. М., Ботаева С. Б.* Исследование модели сложной логистической системы // Мат. МНПК «Состояние и перспективы конкурентоспособности экономики Республики Казахстан: современная методология промышленного маркетинга, финансирования и управления». – Алматы: КазНТУ, 2007. – С. 206–208.

29. *Кулжабай Н. М., Ботаева С. Б.* Исследование механизмов функционирования логистической системы // Вестн. КазГАСА. – 2008. – № 1.

30. *Ашимов А. А., Бурков В. Н., Кулжабаев Н. М.* Исследование законов управления системой «поставщик – потребитель» // Автоматика и телемеханика. – 1978. – № 1. – С. 16–21.

31. *Кулжабаев Н. М.* Учебные деловые игры: Учеб. пособие. – Алматы, 1999. – 130 с.

32. *Кулжабай Н. М., Муханова Г. С., Кулжабай Д. Н.* Деловая игра – «Распределение грузопотоков по направлениям» // Вестн. КазНУ им. Аль-Фараби. Сер. № 2, 2003.

33. *Е. К. Нагина, В. А. Ищенко.* Информационная логистика. Теория и практика: УМП для вузов. – Воронеж, 2007.

34. *Русалева А. Ю.* Основы логистики. – Новосибирск: НГАЭУ, 2007.

35. http://logistic-info.org.ua/informacionnye-potoki/page-2.html

36. *Еремин Л.* Информационные технологии в системах организационно-экономического управления: перспективы раз-

вития и применение / *Л. Еремин* // Проблемы теории и практики управления. – 2006. – № 5. – С. 64–78.

37. *Миротин Л. Б.* Логистика интегрированных цепочек поставок: учебник / *Л. Б. Миротин, А. Г. Некрасов.* – М.: Экзамен, 2003. – 256 с.

38. *Уотерс Д.* Логистика. Управление цепью поставок / *Д. Уотерс*. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 503 с.

39. *Репин В. В., Елиферов В. Г.* Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов: Учеб. пособие в формате divu, 2004 .

40. Транспортная логистика: Учеб. пособие / Под ред. *Л. Б. Миротина*. – М.: МГАДИ (ТУ), 1996. – 211 с.

41. Практикум по логистике: Учеб. пособие / Под ред. *Б. А. Аникина*. – М.: ИНФРА-М, 1999. – 270 с.

42. www.startlogistic.ru

43. http://lib3.podelise.ru

СОДЕРЖАНИЕ

Введение…….3
1. Концептуально- методологистические основы логистики
1.1. Понятие логистики
1.1.1. Определение понятия логистики
1.1.2. Специфика логистического подхода к управлению материальными потоками в экономике
1.1.3. Синергетический эффект логистики
1.2. Концепции, функции и системы логистики
1.2.1. Концептуальные положения логистики
1.2.2. Функции логистики
1.2.3. Организационная структура логистики на предприятии
1.2.4. Функциональная взаимосвязь логистики с маркетингом, планированием производства и финансами
1.3. Материальные потоки и логистические операции
1.3.1. Понятие материального потока
1.3.2. Виды материальных потоков
1.3.3. Логистические операции
1.4. Логистические системы
1.4.1. Понятие системы
1.4.2. Понятие логистической системы и виды
1.4.3. Определение и основные принципы системного подхода
1.4.4. Сравнительная характеристика классического и системного подходов к формированию систем
1.5. Методологический аппарат логистики
1.5.1. Анализ полной стоимости в логистике
1.5.2. Моделирование в логистике
1.6. Состояние рынка логистики в Казахстане
2. Математические модели логистических систем
2.1. Организационный механизм логистической системы
2.2. Основные виды и функции логистических систем
2.3. Задачи и функции закупочной логистики
2.3.1. Описание модели механизмов функционирования закупочной логистики
2.3.2. Модели задач закупочной логистики
2.4. Задачи и функции производственной логистики

2.4.1. Описание модели механизмов функционирования производственной логистики
2.4.1.1. Модели задач производственной логистики
2.5. Задачи и функции распределительной логистики
2.5.1. Описание модели механизмов функционирования распределительной логистики
2.5.1.1. Модели задач распределительной логистики
2.6. Задачи и функции транспортной логистики
2.6.1. Описание модели механизмов функционирования транспортной логистики
2.6.1.1 Модели задач транспортной логистической системы
2.6.1.2. Модели задач транспортной логистической системы с промежуточными пунктами
2.6.1.3. Модели задач транспортной логистической системы в сетевой постановке
2.7. Описание механизмов функционирования логистической системы
2.8. Модели логистической системы в виде последовательной материалопроводящей цепи
2.9. Модели логистической системы с множеством функциональных подсистем
3. Игровые имитационные модели логистической системы
3.1. Применение игровых имитационных моделей логистики в учебном процессе
3.2. Имитационная игра «Сбыт продукции в логистической системе»
3.2.1. Общая характеристика
3.3. Имитационная игра «Распределение материальных потоков в логистической системе»
3.3.2. Организация и проведение игры
3.3.1. Содержательное описание игры
3.3.3 Обсуждение результатов игры
3.4. Имитационная игра «Распределение грузопотоков по видам транспорта»
3.4.1. Содержательное описание игры
3.4.2. Описание модели игры

3.4.3. Предварительный анализ игры.
Описание линейной модели игры.
Порядок организации и проведения игры.
Обсуждение результатов игры
3.5. Имитационная игра «Распределение грузопотоков по направлениям»
3.5.1. Содержательное описание игры
3.5.2. Организация и проведение игры
3.5.3 Обсуждение результатов игры
3.6. Имитационная игра «Распределение ресурсов в режиме «автоматов»
3.6.1. Стратегии «автоматов»
3.6.2. Постановка задачи игры
3.6.3. Описание модели игры
3.6.4. Организация и проведение игры
3.6.5. Обсуждение результатов игры при различных стратегиях «автомата»
4. Информационная логистика
4.1. Понятие, значение, цель и задачи информационной логистики
4.1.1. Понятие, определение цели и задачи информационной логистики
4.1.2 Значение информационной логистики
4.2. Объект и предмет изучения, содержание информационной логистики
4.3. Принципы формирования логистической информации
4.4. Иерархия информационных решений в логистике
4.5. Кибернетический подход в информационной логистике
4.5.1. Основные понятия кибернетики
4.5.2. Кибернетическая модель логистической системы
4.6. Информационные потоки в логистике
4.6.1. Понятие информационных потоков в логистике
4.6.2. Взаимодействие материального и информационного потоков
4.6.3. Классификация логистических информационных потоков

4.7. Методы исследования логистических информационных потоков
4.8. Логистические информационные системы
4.8.1. Понятие и методологический контур ЛИС
4.8.2. Функциональная структура ЛИС
4.8.3. Правила построения ЛИС
4.8.4. Классификация ЛИС
4.9. Информационные технологии в логистике
4.9.1. Программно-технические средства ИТ в логистике
4.9.2. Информационно- коммуникационные технологии
4.9.2.1. Логистические ИКТ
4.9.2.2. Развитие ИКТ в Казахстане
4.9.3. Технологии штрих - кодирования и сканирования
4.9.4. Технологии радиочастотной идентификации (Radio Frequency Identification – RFID)
4.9.5. Технологии мобильной связи
4.9.6. Интернет- технологии
4.9.7. ГИС технологии
4.10. Экспертные системы в логистике
5. Запасы в логистике
5.1. Сущность и роль товарно-материального запаса в логистических системах
5.1.1. Понятие материального запаса
5.1.2. Причины создания материальных запасов
5.1.3. Виды материальных запасов
5.2. Общая характеристика систем контроля состояния запасов
5.2.1 Основные понятия
5.2.2. Нормирование запасов
5.2.3 АВС анализ
6.Складирование, грузопереработка и упаковка
6.1. Склады в логистике
6.2. Виды складов
6.3 Складской технологический процесс
6.4. Формирование системы складирования
6.4.1. Выбор формы складирования

6.4.2. Определение количества складов и размещение складской сети
6.4.2.1. Территориальное размещение складов и их количество
6.4.2.2. Определение месторасположения склада
6.4.3. Расчет складских площадей
6.5. Оценка работы складов
6.5.1. Показатели интенсивности работы складов
6.5.2. Показатели эффективности использования площади склада
6.5.3. Показатели механизации складских работ
6.6. Упаковка в логистике
6.6.1. Понятие упаковки в логистике
6.6.2. Тестирование упаковки
6.6.3. Наклейка этикеток
7 Логистический сервис
7.1. Понятие и система логистического сервиса
7.2 Уровень логистического сервиса
7.2.1. Логистический сервис
7.2.2. Критерии качества логистического обслуживания
7.2.3. Послепродажное логистическое обслуживание