

Дмитрий Иванов

ЛОГИСТИКА

стратегическая
кооперация

УДК 658.51(470+100)

ББК 65.40(0)

И20

Иванов, Дмитрий Александрович.

И20

Логистика. Стратегическая кооперация / Дмитрий Иванов. — М. : Вершина, 2006. — 176 с. : ил., табл. — ISBN 5-9626-0022-3.

Агентство СІР РГБ

Книга посвящена междисциплинарным проблемам теории и практики стратегической кооперации в производстве и логистике на основе концепции управления логистическими цепями. Здесь подробно анализируются различные формы реализации концепции Supply Chain Management (SCM) в российской и зарубежной практике. Концепция Supply Chain Management рассматривается с позиций производственного менеджмента и логистики с учетом вопросов математического моделирования и оптимизации логистических цепей. Основу книги составляют оригинальные разработки автора для международных и отечественных проектов создания систем стратегической кооперации в производстве и логистике, большинство этих разработок получили признание на мировом уровне и опубликованы в ряде ведущих международных и российских журналов, а также в книгах издательств Springer, Kluwer.

Книга адресована широкому кругу специалистов.

УДК 658.51(470+100)

ББК 65.40(0)

Иванов Дмитрий Александрович

ЛОГИСТИКА. СТРАТЕГИЧЕСКАЯ КООПЕРАЦИЯ

Зав. редакцией

Н. А. Бурцева

Руководитель проекта

Ю. П. Леонова

Редактор

Л. А. Амелехин

Технический редактор

Т. В. Писаренко

Художественный редактор

Н. М. Биржаков

Верстка

А. Д. Диева

Корректоры

Н. Л. Витько,

Т. Н. Макарова

Подписано в печать 24 08 2005

Формат 60×90/16. Бум архангельская. Печ л 11 Тираж 3000 экз Заказ №

Учредитель: Консультационно-финансовый центр «Актин»

ООО «Вершина», 127994, Москва, ул. Сущевская, д. 21–23, стр 1, АБВ

Тел./факс: (095) 783-59-82, 967-86-25 www glavbukh.ru

Изготовление форм и печать ОАО «Типография «Новости»

105005, Москва, ул. Фридриха Энгельса, 46

Цена свободная

ISBN 5-9626-0022-3

© ООО «Вершина», 2005

Оглавление

Список сокращений	6
Введение	9
ЧАСТЬ I. Supply Chain Management: стратегическая кооперация в производстве и логистике	11
Глава 1. Сущность, значение и эффективность концепции Supply Chain Management.	11
Эволюция производственно-логистических концепций	11
Bullwhip-эффект и эффективность SCM	14
Практические примеры концепции SCM	22
Глава 2. Виртуальные предприятия	29
Виртуальные предприятия: основные положения концепции	29
Практические примеры и концепции виртуальных предприятий	37
Тенденции развития методологии виртуальных предприятий	43
Глава 3. Основные задачи организации и управления логистическими цепями	48
ЧАСТЬ II. Управление бизнесом на основе концепции Supply Chain Management	53
Глава 4. Организация стратегической кооперации	53
Организация кооперационных отношений	53
Шансы и риски кооперационной стратегии ведения бизнеса	55
Глава 5. Реинжиниринг ключевых бизнес-процессов	58
Концепции моделирования бизнес-процессов	59
SCOR-модель	64
Методология комплексного моделирования бизнес- процессов «КомПас»	67
Глава 6. Разработка принципов построения и структуры системы интегрированного планирования и управления	71
Сущность интегрированного управления	71
Стратегии интегрированного управления в условиях стратегического взаимодействия	72

Глава 7. Информационные технологии для SCM	79
MRP-II/ERP-системы	80
APS/SCM-системы	84
Информационная инфраструктура производственно- логистических сетей	87
ЧАСТЬ III. Моделирование и оптимизация логистических цепей	92
Глава 8. Концептуальная постановка задачи планирования и оперативного управления логистическими цепями	93
Глава 9. Учет факторов неопределенности при моделировании логистических цепей	100
Глава 10. Методы решения задач планирования и управления логистическими цепями	115
Мультиагентные системы	116
Генетические алгоритмы и метод ACO (Ant Colony Optimization)	119
Fuzzy-логика (метод нечетких множеств)	123
Нелинейные динамические системы	124
Глава 11. Методология комплексного моделирования логистических цепей	125
Комплексное моделирование логистических цепей: основные положения.....	125
Мультиагентная система как концептуальный носитель модели.....	126
Полимодельные комплексы	129
Система адаптивного планирования и управления	131
Обобщенная схема комплексного моделирования ЛЦ	132
Глава 12. Обобщенная модель планирования и управления логистическими цепями	135
Заключение	155
Библиографический список	161

Дорогой читатель!

Мы искренне надеемся, что эта книга станет важным помощником в профессиональной деятельности не только начинающих, но и опытных практиков-логистов.

Специально для вас мы подготовили небольшой подарок — свежий номер журнала о практической логистике — «ЛОГИСТИК&система». Для организации доставки подарка нам нужны ваши данные. Вы можете удобным для вас способом выслать нам бланк-заявку (вы найдете ее в конце книги на стр. 176), и мы в ответ вышлем ваш подарок.

«ЛОГИСТИК&система»

Список сокращений

ACO – Ant Colony Optimisation – оптимизация «колонии муравьев».

AHP – Analytical Hierarchy Process – метод анализа иерархий.

ALARA – As Low As Reasonable Achievable – настолько низко, насколько целесообразно.

APS – Advanced Planning and Scheduling – расширенное планирование.

ARIS – Architecture Information Systems – архитектура информационных систем.

ASP – Application Service Providing – провайдинг информационных систем.

ATP – Available-to-promise – имеется в наличии.

B2B – Business-to-business – бизнес для бизнеса.

BOM – Bills of Material – спецификация изделия.

BPR – Business Process Reengineering – реинжиниринг бизнес-процессов.

CALS – Continuous Acquisition and Lifecycle Support – непрерывная поддержка закупок и жизненного цикла изделий.

C-Commerce – Collaborative Commerce – коммерческое взаимодействие.

CORBA – Common Object Request Broker Architecture – общая объектная архитектура запросов брокеров.

CPA – Statistical Classification of Products by Activity in the EEC – статистическая классификация продукции по видам деятельности в ЕС.

EEC – European Economic Community – Европейский союз.

CPFR – Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment – совместное планирование, прогнозирование и приобретение.

CPR – Color Petri Nets – «раскрашенные» сети Петри.

CRM – Customer Relationship Management – управление взаимоотношениями с клиентами.

CRP – Capacity Requirements Planning – планирование потребности в мощностях.

CSRP – Customer Synchronized Resource Planning – синхронизированное с покупателем планирование ресурсов.

CTP – Capable-to-promise – возможность наличия.

- ECR — Efficient Consumer Response — эффективные взаимоотношения с клиентами.
- ERP — Enterprise Resource Planning — планирование ресурсов предприятия.
- EVCM — Extended Value Chain Management — расширенное управление целью стоимости.
- FIFO — First-in-first-out — «первым пришел — первым ушел».
- IDEF — Unified Modeling Language — унифицированный язык моделирования.
- ISIC — International Standard Industrial Classification of all Economic Activities — международный стандарт промышленной классификации по видам экономической деятельности.
- J2EE — Java 2 Enterprise Edition — вторая версия программного продукта J2EE.
- MPS — Master Production Schedule — календарный план производства.
- MRP — Material Requirements Planning — планирование потребности в материальных ресурсах.
- MRP-II — Manufacturing Resource Planning — планирование производственных ресурсов.
- OTD — Order To Delivery — поставки на заказ.
- OMT — Object Modelling Technique — методика объектного моделирования.
- NACE — Statistical classification of economic activities in the European Community — статистическая классификация видов экономической деятельности в ЕС.
- R/3 — Real-time system Version 3 — управление предприятием в режиме реального времени.
- ROI — Return-on-investment — возврат инвестиций.
- SADT — Structured Analysis and Design Techniques — методика структурного анализа и проектирования.
- SAP — Systeme, Anwendungen und Produkte — системы, приложения и продукты.
- SCEM — Supply Chain Event Management — управление событиями в логистических цепях.
- SCM — Supply Chain Management — управление логистическими цепями (поставок).
- SCMo — Supply Chain Monitoring — мониторинг логистических цепей.
- SCC — Supply Chain Council — совет по логистическим цепям.
- SCOR — Supply Chain Operations Reference — референтные (эталонные) операции в логистических цепях.
- SDNC — Supply Network Dynamic Control — управление динамикой логистических сетей.

TQM – Total Quality Management – всеобщее управление качеством

UML – Unified Modelling Language – унифицированный язык моделирования.

VMI – Vendor Managed Inventory – запасы, управляемые клиентом

XML – Extensible Markup Language – открытый язык программирования

БМ – базовая модель.

БП – бизнес-процесс.

ВП – виртуальное предприятие.

ГА – генетический алгоритм.

ДАМГ – динамический альтернативный мультиграф.

ЖЦИ – жизненный цикл изделия.

ИСС – информационная система субконтрактинга.

ИТ – информационные технологии

КоМПас – комплексное моделирование производственных систем.

КТО – классификатор технологических операций.

ЛС – логистическая система.

ЛЦ – логистическая цепь.

МАС – мультиагентная система.

МСБ – малый и средний бизнес.

НРПС – неиерархические региональные производственные сети.

ОКВЭД – Общероссийский классификатор видов экономической деятельности.

ПЛС – производственно-логистическая сеть.

СОУ – система оперативного управления.

СПИИ РАН – Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН.

ТДС – теория динамических систем.

ТПП – торгово-промышленная палата.

ЭБДМ – электронная база данных мониторинга.

ЭИСС – электронная информационная система субконтрактинга

Введение

Успех состоит в наличии тех свойств, которые востребованы в данный момент.

Генри Форд

Современные производство и логистика развиваются в соответствии с тремя основными тенденциями: ориентация на клиента, специализация на ключевых компетенциях и все большее проникновение информационных технологий в бизнес. Collaborate to compete — взаимодействовать, чтобы конкурировать — именно этот принцип является одним из основополагающих для успешного ведения бизнеса на современных динамичных рынках. Он обуславливает значительные изменения в подходах к организации и управлению бизнесом. Эти изменения прежде всего связаны с появлением новых форм конкурентной борьбы, основанных на стратегическом взаимодействии (collaboration) предприятий. Вместе с тем бурное развитие корпоративных информационных систем, Интернета и мобильных технологий открывает принципиально новые возможности и источники повышения эффективности для производственных, сервисных и логистических компаний. На принципах взаимодействия, синхронизации основных бизнес-процессов и моделей планирования и управления на основе единых информационных каналов с поставщиками и клиентами по всей логистической цепи (ЛЦ) базируется и стремительно развивающаяся концепция **Supply Chain Management** — управление логистическими цепями.

Как показывает анализ отечественной и зарубежной экономической литературы и опыт практического внедрения принципов стратегической кооперации в производстве и логистике, на практике и в теории концепция Supply Chain Management понимается в самых различных аспектах — от простого согласования планов сбыта и поставок несколькими компаниями до всеобъемлющей концепции управления бизнесом в XXI веке.

Подобное различие в толковании термина «SCM» обусловлено, во-первых, недостаточной научной проработанностью теоретических основ организации и управления сложными кооперационными межфирменными сетевыми структурами, отсутствием классификации объектов и т. д., а во-вторых – некоей абстрактностью имеющихся результатов вследствие отсутствия интегрированных формальных методов и моделей, учитывающих специфику сложных распределенных экономических систем.

Многие основополагающие понятия концепции производственно-логистических сетей не получили до сих пор однозначного определения и по-разному трактуются многими авторами, которые, как правило, ограничиваются интуитивным пониманием различных терминов. Это приводит к отсутствию должного смыслового единства при решении различных задач управления ЛЦ, способствует логической некорректности, неоднозначности понимания результатов работ и сферы применения предлагаемых методик.

В связи с этим возникает потребность в теоретическом осмыслении комплекса междисциплинарных проблем, с которыми сталкиваются предприятия при организации и управлении логистическими цепями. Разработка теоретических основ для управления последними предполагает выработку единых методологических основ организации и управления сложными кооперационными межфирменными сетевыми структурами, классификацию объектов и т. д., постановку и формализацию задач управления ЛЦ, а также разработку методов моделирования и оптимизации производственно-логистических сетей с учетом их особенностей. Именно данный круг проблем определил содержание предлагаемой читателю книги.

В части I рассмотрены сущность и эффективность концепции SCM, тенденции ее развития, а также представлен обширный практический материал по теме SCM. Особое внимание уделено тенденции развития классической методологии SCM в направлении виртуальных предприятий. В части II раскрыты основные этапы управления логистическими цепями и внедрения концепции SCM на практике. Часть III посвящена комплексному рассмотрению вопросов математического моделирования и оптимизации логистических цепей. Основные положения работы основаны на материалах международных и отечественных проектов создания систем стратегической кооперации в производстве и логистике.

ЧАСТЬ I

Supply Chain Management: стратегическая кооперация в производстве и логистике

Кто никуда не плывет — тому не бывает попутного ветра.

М. Монтень

Глава 1. Сущность, значение и эффективность концепции Supply Chain Management

Эволюция производственно-логистических концепций

Производственно-логистические процессы претерпевают постоянные изменения. Это приводит к появлению новых концепций организации и управления производством и логистикой, адекватных уровню развития рыночных отношений. Эволюция концепций с 60-х годов XX века до настоящего времени представлена на рис. 1 на примере стран с развитой рыночной экономикой [113].

За рассматриваемый промежуток времени произошел переход от ненасыщенного «рынка производителя» к насыщенному «рынку потребителя». После первоначального насыщения рынка существенную роль стали играть требования потребителя к качеству товаров, что проявилось в философии всеобщего управления качеством (Total Quality Management — TQM). Возникающие при этом дополнительные затраты компенсировались за счет безупречного качества продукции.

Повышение качества повлекло за собой индивидуализацию требований клиентов, что привело к развитию ориентированной на клиента философии ведения бизнеса (экономика клиента). Непосредственным влиянием этой тенденции на производство стали требования:

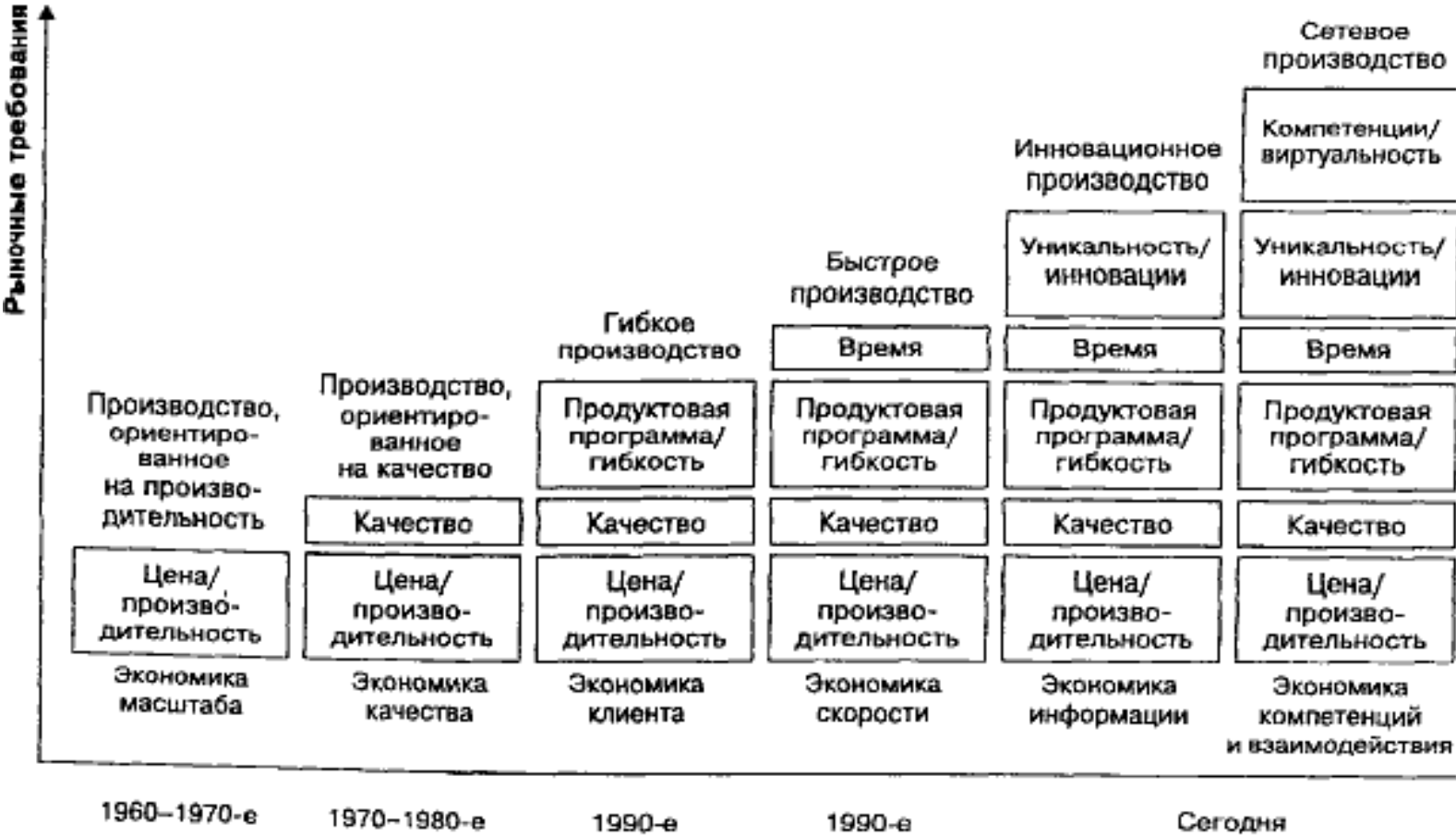


Рис. 1. Эволюция производственно-логистических концепций

- к сокращению длительности производственного цикла;
- к низкому уровню запасов;
- к высокой надежности в соблюдении сроков поставки;
- к гибкости производства (число вариантов видов продукции росло чрезвычайно быстро).

Другой важной тенденцией развития производства в 80–90-е годы стал эффект скорости (реакции на рыночные изменения, вывода продукции на рынок, обслуживания продукции и т. д.). Данному периоду соответствует развитие концепций *Lean Production*, *Just-in-Time* и др.

В последнее десятилетие многие компании переместили свое внимание с вопросов реструктуризации на изучение ключевых компетенций. Это привело к распространению концепции *аутсорсинга*, то есть привлечения сторонних организаций для выполнения работ, не являющихся *ключевыми компетенциями* для данной компании. Если первоначально внимание фокусировалось на внутренних процессах в организациях, то в 90-х годах произошел переход к внешней интеграции в логистические цепи, соединяющие между собой нескольких участников процесса создания стоимости (*Value Chain Management*).

Современная степень развития производства и логистики определяется такими понятиями, как:

- инновативность (использование инновационных технологий);
- самоорганизация (формирование организационных структур, адекватных динамике рынка);
- компетенции (развитие тех направлений деятельности, по которым предприятие является наиболее конкурентоспособным);
- виртуальность и взаимодействие (участие в различных сетевых структурах, логистических цепях, виртуальных предприятиях, широкое использование интернет-технологий) [5, 15, 21, 29, 38, 111, 113, 117, 128–137, 142, 151, 153, 154, 173, 175, 176, 179–181, 193, 196, 200, 212, 214, 221, 224].

Вышеизложенные положения, а также развитие кооперационных стратегий ведения бизнеса на принципах **стратегического взаимодействия** с партнерами по бизнесу влияют на изменения в концепциях организации производства и логистики [62, 94, 119, 120, 128, 137, 176].

Предпосылками значительных изменений в подходах к организации и управлению бизнесом являются прежде всего появление новых форм конкурентной борьбы, основанных на стратегическом взаимодействии (*collaboration*) предприятий, а также все большее проникновение информационных технологий в бизнес [3, 17, 20, 57, 60, 63, 102, 105, 125, 175, 176, 200, 212]. Современную экономику характеризуют возникновение и развитие новых хозяйственных отношений, основанных на кооперации производителей, поставщиков и потребителей с целью интегрированного управления бизнес-процессами на всех стадиях жизненного цикла изделий (ЖЦИ) на базе информационных технологий (ИТ). Современные изделия все чаще разрабатываются и изготавливаются одновременно на нескольких, географически распределенных предприятиях, в том числе в «виртуальном режиме», на основе использования интернет-технологий. Кроме того, все больше влияния на экономику предприятий оказывают внепроизводственные, то есть не связанные напрямую с технологическими процессами, стадии ЖЦИ, такие как сбыт, поставки, сервисное обслуживание. Все это требует поиска новых резервов повышения эффективности производства и логистики, основанных на развитии межфирменных кооперационных связей и создании единых информационных каналов с поставщиками и клиентами (формировании логистических цепей).

Bullwhip-эффект и эффективность SCM

В традиционных системах управления производством и логистикой предприятия рассматриваются как изолированные элементы, самостоятельно планирующие свои потребности и закупки. При этом возникают существенные отклонения и колебания во всей логистической цепи (ЛЦ). Локальная оптимизация, несогласованность действий участников ЛЦ и недостаточный информационный обмен в ЛЦ приводят к так называемому Bullwhip-эффекту [19, 63, 67, 68, 73, 110, 111, 113, 175].

Bullwhip-эффект представляет собой ситуацию, при которой незначительные изменения спроса конечного потребителя приводят к значительным отклонениям в планах других участников ЛЦ (субподрядчиков, поставщиков и т. д.). Bullwhip-эффект вызывает увеличение амплитуды колебаний спроса по мере продвижения

информации по ЛЦ. При возникновении Bullwhip-эффекта нарушается бесперебойное движение материальных и информационных потоков в ЛЦ, вызывая тем самым риск невыполнения заказа клиента (рис. 2, 3).

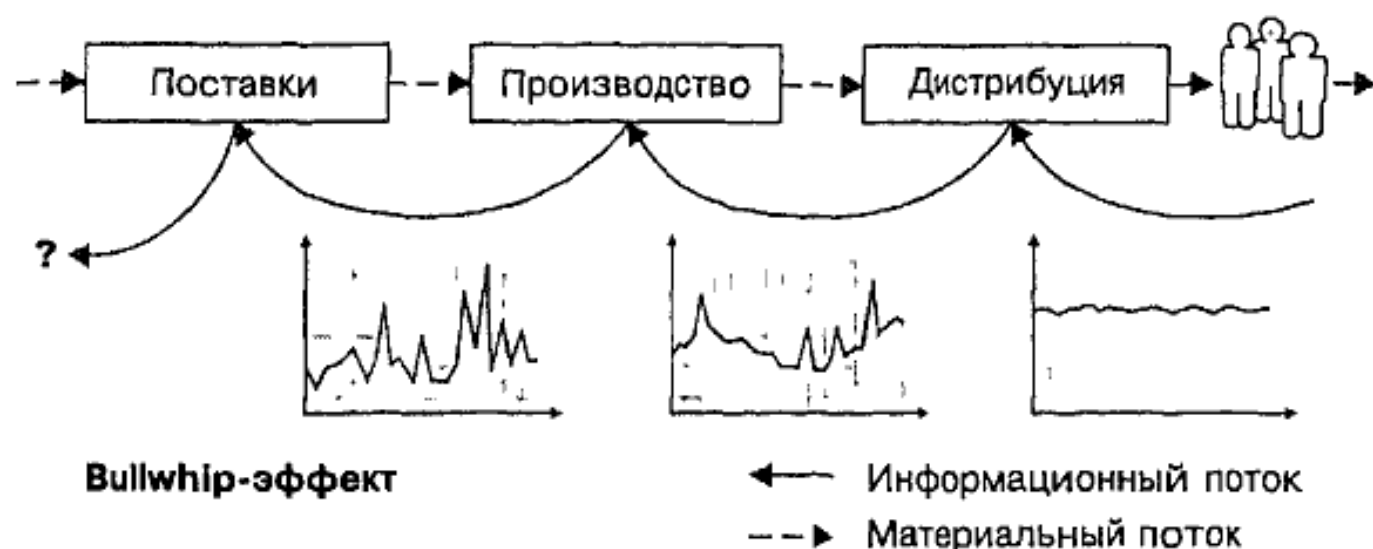


Рис. 2. Традиционная логистическая система и Bullwhip-эффект



Рис. 3. Bullwhip-эффект

Основными причинами Bullwhip-эффекта являются:

- ошибки в прогнозировании спроса;
- создание предприятиями дополнительных страховых запасов;
- произвольное увеличение размеров партий поставок [13, 63];

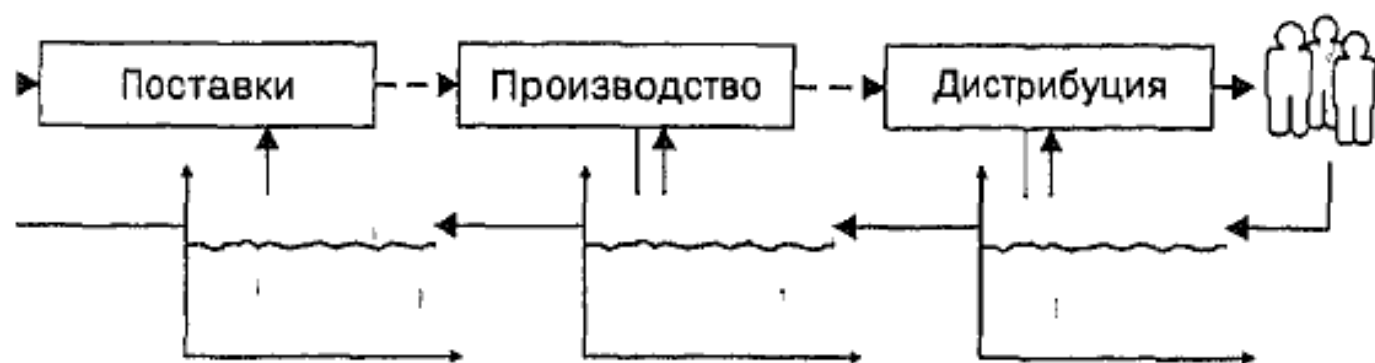
- колебания цен;
- запаздывания в получении необходимой информации о потребностях [34, 228];
- отклонения от плановых сроков и объемов производства и поставок.

Снижение негативных последствий Bullwhip-эффекта возможно за счет создания **комплексной системы взаимодействия** предприятий, включающей в себя:

- организацию кооперационных отношений;
- реинжиниринг ключевых бизнес-процессов и интегрированное планирование и управление всей ЛЦ;
- создание единого информационного пространства для координации и коммуникации участников ЛЦ.

В связи с этим все большее развитие получает концепция **SCM** — **Supply Chain Management** — управление логистическими цепями. Существует и другой широко известный вариант русского перевода — управление цепями поставок. Однако представляется, что эта интерпретация в недостаточной степени отражает сущность SCM, ограничивая ее лишь функцией поставок, в то время как SCM является целостной концепцией ведения бизнеса, интегрирующей в себе всю совокупность логистических функций. Можно отметить и другие аргументированные подходы к сопоставлению этих двух понятий [212]. Подобные терминологические дискуссии несомненно чрезвычайно важны для создания единых методологических основ SCM. Однако значительно более существенным представляется правильное понимание сущности SCM как целостной концепции ведения бизнеса, объединяющей в себе передовые организационные принципы и возможности современных ИТ (рис. 4). Так, например, в Германии споры о переводе термина Supply Chain закончились безрезультатно, и в современной литературе используется, как правило, оригинальный англоязычный вариант.

Обобщив существующие трактовки, можно дать следующее определение: **Supply Chain Management** — это системный подход к интегрированному планированию и управлению всем потоком информации, материалов и услуг от поставщиков сырья через предприятия и склады до конечного потребителя [63, 189].



Синхронизация процессов на основе единых информационных потоков

← Информационный поток
 - - -> Материальный поток

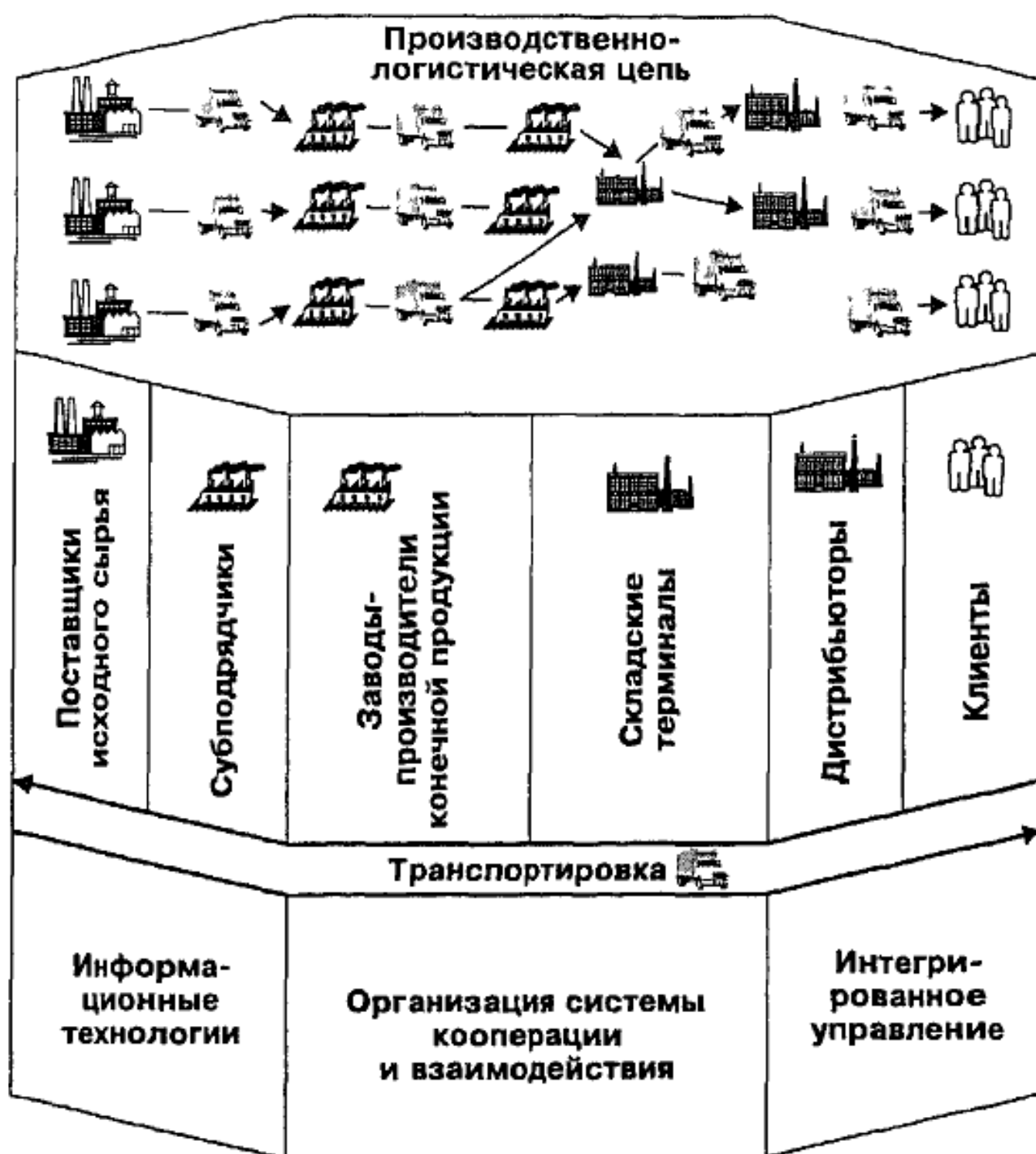


Рис. 4. Основные элементы концепции Supply Chain Management

Для предприятия внедрение концепции SCM означает ведение бизнеса на принципах стратегического взаимодействия с поставщиками и клиентами. Отличие концепции SCM от традиционных форм организации и управления предприятием состоит в *синхронизации* основных бизнес-процессов и моделей планирования и управления на основе *единых информационных каналов* с поставщиками и клиентами по всей ЛЦ.

Основные экономические эффекты от внедрения концепции SCM представлены в табл. 1.

Таблица 1
Эффективность концепции SCM

Направления повышения эффективности	Источники повышения эффективности
<ul style="list-style-type: none"> • Увеличение количества заказов и повышение стабильности спроса. • Снижение страховых запасов («замена запасов точной информацией»). • Снижение рисков и повышение надежности планов и поставок. • Снижение накладных и транзакционных издержек 	<ul style="list-style-type: none"> • Повышение точности планирования за счет единых информационных каналов, синхронизации бизнес-процессов, совместного прогнозирования спроса. • Повышение качества оперативного управления за счет непрерывного мониторинга всей логистической цепи, своевременного определения отклонений и нарушений в функционировании ЛЦ • Сокращение части затрат на маркетинг и логистику за счет ликвидации бизнес-процессов, связанных с неопределенностью в закупках, складировании и сбыте

Внедрение концепции SCM связано с развитием новых организационно-функциональных схем взаимодействия предприятий. Реализованные проекты по внедрению концепции SCM показали возможность:

- снижения уровня запасов до 60 %;
- сокращения времени изготовления за счет согласования процессных цепей до 50 %;
- роста прибыли на 30 % за счет оптимизации процесса создания стоимости и снижения транзакционных издержек;
- повышения качества продукции на 30 %;

- увеличения оборота и доли рынка на 55 % за счет улучшения реакционной способности системы и изменения отношений с клиентами [21, 56, 63, 102, 133, 135, 176, 191, 221]

Перед тем как воплощать концепцию SCM в жизнь, необходимо провести количественную и стоимостную оценку степени достижения цели. Эти величины являются индикаторами эффективности и ответственности процессов и структур логистической цепи. При помощи полученных показателей можно оценивать процессы, сравнивать альтернативные варианты структур, определять экономические эффекты внедрения концепции. В настоящее время существует несколько *методик оценки эффективности* управления логистическими цепями, к основным относятся SCOR (Supply Chain Operation Reference Model — бенч-маркинг-овая модель логистических цепей) и BSC (Balanced Score Card — система сбалансированных показателей).

Следует отметить, что использование методологии BSC [169, 184] для оценки эффективности логистических цепей требует учета их специфики [12, 54, 190]. Прежде всего показатели эффективности ЛЦ должны характеризовать качество взаимодействия предприятий в ЛЦ, качество синхронизации бизнес-процессов и интегрированного управления, а также обеспечивать рефлекссию между различными уровнями ЛЦ.

Сущность SCOR-моделирования будет подробно рассмотрена в части II. Модель SCOR имеет трехуровневую структуру (детально показатели эффективности SCOR-модели и примеры их расчета можно найти в статьях В. И. Сергеева [190, 191], а также на официальном сайте Supply Chain Council (www.supply-chain.org)). На рисунке 5 представлены показатели эффективности SCM по модели SCOR на тактическом уровне.

Концепция SCM имеет чрезвычайно важное значение как для крупных предприятий, так и для малого и среднего бизнеса (МСБ). Участие предприятия в ЛЦ — это один из решающих факторов сохранения и повышения уровня доходов и конкурентоспособности на современных и будущих рынках.

Для крупного предприятия построение SCM означает передачу значительной части как основных (технологических), так и обеспечивающих (сервисных) бизнес-процессов своим партнерам по бизнесу на долговременной основе.

Показатели производительности		Диагностические показатели		
 <p>Продолжительность цикла Качество Соответствие запросам потребителей Затраты</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Комплексность цепи создания стоимости 	<ul style="list-style-type: none"> • Конфигурация цепи создания стоимости 	<ul style="list-style-type: none"> • Управление цепью создания стоимости
	<ul style="list-style-type: none"> • Затраты планового характера от потребностей/спроса • Затраты финансового и планового характера цепи создания стоимости • Время действия запасов 	<ul style="list-style-type: none"> • Процент изменений заказов • Количество заказанной/складируемой продукции • Объем производства • Затраты на складирование 	<ul style="list-style-type: none"> • Объем производства по каналам • Количество каналов • Комплексность цепи стоимости 	<ul style="list-style-type: none"> • Цикл планирования • Точность прогноза • Время действия запасов • Цикл нового планирования • Методы ввода закупок • Вид ввода заказов
	<ul style="list-style-type: none"> • Затраты на материалы • Время действия запасов • Время цикла поставки 	<ul style="list-style-type: none"> • Процент расходов на покупку материалов по удалению поставщиков • Время оборота сырья 	<ul style="list-style-type: none"> • Закупка материалов по географическому признаку • Процент затрат на закупку материалов по удалению поставщиков • Комплексность 	<ul style="list-style-type: none"> • Эффективность поставок поставщика • Время оплаты • Процесс полученных комплектующих со времени оборота менее 8 недель • Процесс планового сокращения без дополнительных затрат

Рис. 5. Показатели эффективности SCM по модели SCOR на тактическом уровне

Многие российские промышленные предприятия до сих пор имеют собственные заготовительные, литевые и прочие переделы. Для них характерно наличие замкнутого цикла производства, который позволяет обеспечить выполнение собственных планов, но экономически неэффективен в условиях работы на открытом рынке. В связи с этим необходимо развивать производства, которые являются наиболее эффективными, остальные могут и должны быть переданы предприятиям, специализирующимся на выполнении данного вида работ (система субконтрактинга) [11, 113, 167, 176, 179, 222]

Основными участниками системы субконтрактинга являются подрядчики и субподрядчики.

Подрядчик – головное (как правило, сборочное) предприятие с минимально необходимыми собственными производственными мощностями. Производственный процесс предприятия-подрядчика предусматривает:

- передачу юридически самостоятельным организациям части работ, выполняемых для нужд третьих лиц;
- использование производственного потенциала субподрядчиков, которые поставляют комплектующие, выполняют по заказу работы, некоторые виды специализированных НИОКР, предоставляют услуги

Субподрядчик – предприятие, то есть самостоятельное юридическое лицо, которое в соответствии с распоряжениями подрядчика и под его контролем выполняет часть работы, предназначенной для реализации третьим лицам (потребителям). В международной практике, как правило, рассматривается основной вариант, когда субподрядчик представляет собой малое или среднее узкоспециализированное предприятие.

В условиях ЛЦ производители конечной продукции получают от «смежников» до 75–80 % комплектующих, имея возможность концентрировать свои усилия на дизайне, технологиях обработки и сборки, на создании новых изделий и других ключевых компонентах. Это позволяет значительно повысить гибкость предприятия вследствие возрастающей многовариантности продукции, сократить целый ряд расходов, связанных с содержанием большого числа собственных производственных процессов, и т. д.

Для предприятий малого и среднего бизнеса участие в ЛЦ в настоящее время является едва ли не ключевым фактором конкурентоспособности и выживания на рынке. Например, являясь звеном в ЛЦ крупного автомобильного концерна предприятия МСБ могут сосредоточиться на выпуске строго определенной номенклатуры продукции или услуг, получать стабильные заказы и, соответственно, доход, сокращая при этом значительную часть затрат. Узкая специализация при постоянной загрузке обеспечивает предприятиям-субконтракторам интенсивное использование, быструю амортизацию и обновляемость их оборудования. В ряде случаев субконтракторы получают от контракторов оборудование, технологическую оснастку и приспособления, контрольно-измерительные приборы и аппаратуру, а также помощь в осуществлении стандартизации и контроля качества, необходимых для выполнения заказа. Тем самым обеспечивается необходимый трансфер технологий, ноу-хау и т. д., что способствует интенсивному развитию предприятий МСБ.

Применение современных форм кооперации позволяет сконцентрировать ресурсы и усилия на участках (ключевых компетенциях), определяющих конкурентоспособность продукции и всего предприятия в целом. Использование механизма управления ЛЦ стало одним из условий промышленного роста США, Японии, Германии, Италии, Франции, Турции, стран Юго-Восточной Азии. Подробно примеры концепции управления ЛЦ будут рассмотрены в следующем параграфе.

Практические примеры концепции SCM

В современной литературе различают, как правило, два наиболее распространенных типа кооперации [21, 56, 63, 102, 133, 135, 167, 176, 191, 196, 213, 214, 221]:

- кооперация в области закупок;
- кооперация в области производства.

Рассмотрим несколько примеров управления ЛЦ в области закупок. Принципы работы сети американских супермаркетов Wal-Mart уже становятся классикой SCM. Внедрение SCM в Wal-Mart началось с сотрудничества с компанией Procter&Gamble. До того как эти два гиганта начали внедрять SCM в конце 80-х годов, производители и продавцы практически были закрыты друг для друга в области

обмена информацией на уровне планирования. Ситуация изменилась, когда было разработано программное обеспечение, которое соединило центры дистрибуции Wal-Mart и производственные мощности P&G. Система позволила P&G производить мониторинг на уровне магазинов в режиме реального времени. Сразу же по прохождению товаром кассы становилось известно об изменениях в запасах на складах супермаркета Wal-Mart, что позволило оптимизировать процесс производства и доставки. Была автоматизирована система выставления и оплаты счетов. За счет сокращения времени поставок, складских затрат и потерь от недостачи продуктов компания P&G получила возможность предлагать сети Wal-Mart рекордно низкие цены на свою продукцию.

Рассмотрим еще один пример работы Wal-Mart с поставщиками. В конце 90-х годов компания Levi's переживала достаточно серьезный кризис. Закрывались фабрики в США, падали уровни продаж, изменялся бренд. Но ситуация не исправлялась до тех пор, пока Levi's не запустил совместный проект с Wal-Mart и не наладил систему эффективных поставок. До 2000 года в компании Levi's производили джинсы, когда считали нужным, а показатель своевременности доставки товара в точки продаж составлял 65 %. Таким образом, не вовремя доставленный товар зачастую оставался некупленным. Требования же Wal-Mart к поставщикам заставили Levi's разработать адекватную электронную систему учета товара. Это позволило соответствующим отделам компании в режиме реального времени наблюдать динамику продаж в любой розничной точке, а значит, получать информацию о том, что еще нужно произвести, передавать ее на свои производственные объекты и с уровнем 95 % (то есть на 30 % выше, чем до внедрения SCM) своевременности доставки поставлять продукцию в розничные сети. В 2002 году продажи компании впервые с 1996 года начали расти.

Вследствие высоких требований к свежести продуктов компания Nestle внедрила систему SCM в Японии. Ее продукция поставляется ежедневно и небольшими партиями — для обеспечения постоянного наличия батончиков KitKat в торговых точках компания подчас подвозит не более двух единиц товара в один магазин. А если какая-нибудь фирма не способна регулярно сотрудничать с магазинами на такой основе, японские розничные торговцы без каких-либо

сомнений откажут ей в сотрудничестве. Итак, работая на японском рынке, компания Nestle приобрела опыт по максимально точному планированию производства и поставок. На принципах SCM основана и работа компании Nestle Schoeller по производству мороженого в Германии. На основе использования единых европейских стандартов EAN и электронного обмена информацией по системе EDI создана система оптимизации планирования по всей ЛЦ. Будучи одной из крупнейших FMCG компаний в мире, экспортирующей в Россию достаточно большое количество своих продуктов и запустившей при этом производство в нашей стране, Nestle было необходимо перенести сюда и свои знания в области SCM. Она сделала это в 2001 году, одной из первых открыв отдел SCM в нашей стране. Аналогичная потребность существует и в других компаниях, работающих на потребительском рынке с особыми требованиями к срокам хранения продукции.

Еще один пример успешного внедрения принципов SCM демонстрирует крупнейшая немецкая сеть универмагов Galeria Kaufhof. Особенностью данного проекта является использование технологии RFID (Radio Frequency Identification — радиочастотная идентификация). Данная технология позволяет обеспечивать высокий уровень оперативности информации на основе использования специальных технических устройств бесконтактной передачи данных на всех участках ЛЦ — от полок универмагов до отделов дизайна и проектирования одежды. В настоящий момент реализована полная информационная интеграция с крупнейшей немецкой компанией — производителем верхней одежды Gerry Weber.

Применительно к мебельной промышленности может быть рассмотрен опыт немецкой компании Hettich International, имеющей 36 филиалов и представительств более чем в 100 странах и реализующей концепцию SCM в области DCM (Demand Chain Management — управления цепями спроса). Основной задачей DCM является синхронизация запасов с уровнем спроса. В Hettich International разработаны соответствующая методология и информационная система.

В международной практике концепция SCM для производственно-логистических сетей получила распространение в виде субконтрактинга — вида производственной кооперации, основанного на принципах аутсорсинга работ или процессов [167, 176, 222].

Субконтрактинг получил наибольшее распространение в машиностроении, в таких секторах, как автомобилестроение, производство оборудования для железнодорожного транспорта, станкостроение, а также в радиоэлектронной и электротехнической промышленности. Кроме того, в настоящее время ЛЦ получили развитие в легкой промышленности (производство обуви, швейных изделий и т. п.), а также в отраслях металлообработки, обработки пластмасс и электронной промышленности, где на долю ЛЦ приходится 88,26 % от общего объема производства.

Наибольшее значение имеют ЛЦ для автомобилестроения. Из приблизительно 10 000 частей и деталей, из которых состоит автомобиль, 9980 (до 80 % создаваемой стоимости) производятся субконтракторами. По результатам исследования, проведенного в Японии, переход на схему организации производства и логистики по принципам SCM позволил добиться снижения цен (36 %), повышения качества (28 %), доступа к новейшим технологиям (22 %), повышения своевременности поставок (14 %).

В то же время включение в организацию производства значительного количества самостоятельных предприятий повышает риски, связанные с несоблюдением графика поставок и/или требуемого уровня качества, а также с несанкционированным использованием передаваемых субконтракторам ноу-хау.

Приведем несколько примеров по организации системы SCM. Такие гиганты рынка, как Cisco и Toyota, благодаря SCM значительно сократили время изготовления продукции. Компания Johnson Controls, являющаяся субконтрактором компании Ford, может принять заказ на изготовление автомобильного сиденья и исполнить его в течение четырех часов. В результате акцентирования внимания на продолжительности производственного цикла ряд фирм, в том числе Wal-Mart, Procter&Gamble, Flextronics и др., существенно повысили свою корпоративную эффективность.

Остановимся подробнее на примере финского концерна Metso Paper Oy, уровень чистых продаж которого в 2003 году составил 4 250 000 000 евро, а число сотрудников — около 25 300 человек более чем в 50 странах мира. Основной продукцией концерна является бумагоделательное оборудование для производства санитарно-гигиенической бумаги и картона, системы отделки бумаги и вентиля-

ционное оборудование для производства древесной массы и целлюлозы. Более 70 % компонентов для бумагоделательного оборудования производится субподрядчиками — Metso Paper изготавливает только ключевые компоненты и осуществляет сборку узлов.

Концерн производит закупки приблизительно у 250 субподрядчиков из Финляндии, Швеции и Эстонии с общим объемом закупок 160 000 000 евро. Ежегодный объем закупок от одного субподрядчика составляет от 200 000 до 1 000 000 евро. Преимущества субконтракторов от внедрения SCM в Metso Paper состоят в повышении организационной гибкости, экономии от специализации, доступе к новым инновационным технологиям.

В качестве еще одного примера можно привести компанию Dupont, поставщик которой вместо того, чтобы поставлять лишь определенные базовые элементы, производят промежуточные молекулярные соединения, из которых впоследствии синтезируют конечные химические волокна.

Ключевая стратегия компании Intel заключается в перекладывании ответственности за поставку, монтаж, техническое обслуживание и сопровождение продукции на поставщиков, то есть за те процессы, которые компания не может развивать собственными силами.

В России промышленная кооперация на принципах SCM формируется в основном на предприятиях судостроения, авиа- и машиностроения, которые имеют достаточно средств для осуществления таких крупномасштабных проектов. В российской практике наибольшее распространение получила идеология CALS-технологий (Continuous Acquisition and Life Cycle Support — непрерывность поставок продукции и поддержки ее жизненного цикла), базирующихся на разработках в области создания систем информационной поддержки «процессов, протекающих в ходе всего жизненного цикла продукции и ее компонентов» [151, 171, 176].

Целью применения CALS-технологий (в русском варианте — ИПИ-технологии — информационная поддержка изделий) является повышение эффективности деятельности всех участников процесса создания, производства и пользования продуктом за счет:

- ускорения процессов исследования и разработки продукции;
- придания изделию новых свойств;

- сокращения издержек;
- повышения уровня сервиса в процессах производства продукции, ее эксплуатации и технического обслуживания.

CALS-идеология рассматривается как комплексная системная стратегия повышения эффективности процессов в промышленности, непосредственно влияющая на конкурентоспособность ее продукции. Главным образом это влияние проявляется за счет непрерывно повышающихся требований к качеству и стандартизации продукции, что является условием выживания предприятий, в том числе на международных рынках. Электронное описание процессов разработки, производства, монтажа и т. д. в CALS-системах полностью соответствует требованиям международных стандартов ISO серии 9000, что является несомненным достоинством применения данного подхода как основы проектирования сложной виртуальной сетевой структуры.

Неудивительно, что CALS-технологии изначально предназначались для военно-промышленного комплекса. В российской промышленности они активно применяются прежде всего при разработке и производстве сложной наукоемкой продукции, создаваемой интегрированными промышленными структурами, включающими в себя НИИ, КБ, основных подрядчиков, субподрядчиков, поставщиков готовой продукции, потребителей, предприятия технического обслуживания, ремонта и утилизации продукции. К основным задачам, решаемым с помощью CALS-технологий, относятся: моделирование, анализ и реинжиниринг бизнес-процессов, построение системы качества, управление данными об изделии, ведение электронных публикаций и руководств, интегрированная логистическая поддержка изделий.

Из практических примеров реализации концепции SCM видно, что существует целый ряд различных видов логистических цепей. Учитывая, что ЛЦ, как правило, формируются в рамках определенной логистической сети (ЛС), для анализа различных видов логистических цепей необходимо рассмотреть различные типы ЛС. В современной литературе по SCM принято выделять два основных класса ЛС, в каждой из которых ЛЦ имеют свои особенности: Procurement Supply Networks и Production-Transport Supply Networks.

Procurement Supply Networks (логистические сети закупок) ориентированы, как правило, только на процессы хранения и транспортировки. Процесс производства продукции на уровне сети, в данном случае при планировании, не учитывается. Примерами данного вида ЛС могут служить торговые и дистрибьюторские фирмы, формирующие сети поставщиков и розничной торговли.

Основной задачей управления ЛЦ в ЛС закупок является нахождение наилучших вариантов хранения и транспортировки продукции от источников первичного сырья до конечного потребителя. К типичным задачам моделирования ЛЦ в ЛС закупок, в частности, относятся:

- транспортная,
- управления запасами,
- оптимального планирования маршрутов.

В качестве основных методов решения подобных задач используются классические методы, такие как линейное программирование, целочисленное программирование, теория графов, теория вероятности и математическая статистика.

Логистические цепи в Production-Transport Supply Networks (производственно-логистических сетях) состоят не только из транспортных, складских и дистрибьюторских компаний, но и из производственных предприятий. В таких ЛС возникает целый комплекс дополнительных задач моделирования, связанных с нахождением наилучших вариантов производства продукции и ее доставки конечному потребителю, среди них:

- оперативно-календарное планирование,
- синтез расписаний и т. д.

Задачи в производственных ЛС требуют разработки специальных методов моделирования, оптимизации ЛС с учетом их особенностей, формализации процессов управления ЛЦ. Эта проблематика будет подробно рассмотрена в главе 3.

Дальнейшее развитие концепции SCM приводит к созданию новой формы производственной кооперации в виде виртуальных предприятий (ВП). Концепция ВП получает все большее развитие, а управление ЛЦ в ВП имеет целый ряд особенностей. Вопросы SCM в ВП будут рассмотрены в следующей главе.

Глава 2. Виртуальные предприятия

Виртуальные предприятия: основные положения концепции

Классическая система SCM создается для долгосрочного сотрудничества, имеет относительно стабильную структуру сети и производственную программу. Это означает, что в ней четко определены исполнители работ и виды производимой продукции на длительный период времени. Основной целью SCM является создание системы взаимодействия предприятий, направленной на повышение качества планирования и управления за счет единых информационных каналов, синхронизацию бизнес-процессов, совместное планирование спроса и запасов. При этом в SCM существуют жесткие требования к наличию информационных систем для планирования и управления, а также к одноформатности данных. К недостаткам SCM следует отнести значительные затраты на информационные технологии, а также высокую степень зависимости от партнеров по кооперации. Одной из важных тенденций развития SCM является развитие концепции ВП [4, 15, 29, 38, 44, 48, 111, 113, 117, 118, 137, 151, 153, 164, 176, 181, 193, 207].

В последние годы явно обозначилась тенденция к перемещению внимания исследователей с классического управления ЛЦ с довольно стабильными партнерскими отношениями на ВП, основанные на более динамичном сотрудничестве (рис. 6).

Причиной появления концепции ВП являются развитие и широкое распространение современных интернет-технологий [52, 78, 113, 176, 186, 188, 218], предоставляющих новые возможности для коммуникации и сотрудничества различных автономных, географически распределенных предприятий. Появление новых информационных технологий открывает дополнительные возможности для организации бизнеса (в данном случае справедлив тезис «технология определяет организацию»). В связи с этим все большее развитие получают такие концепции, как *Wireless Enterprises*, *M2M*, *Mobile Commerce*, *Virtual Information Technologies*, *Virtual Enterprise*. Интернет-технологии формируют информационную инфраструктуру поддержки ВП. Она должна обеспечивать коммуникацию и интеграцию, совместное управление, включая моделирование взаимодействия участников и поддержку выполнения работ.

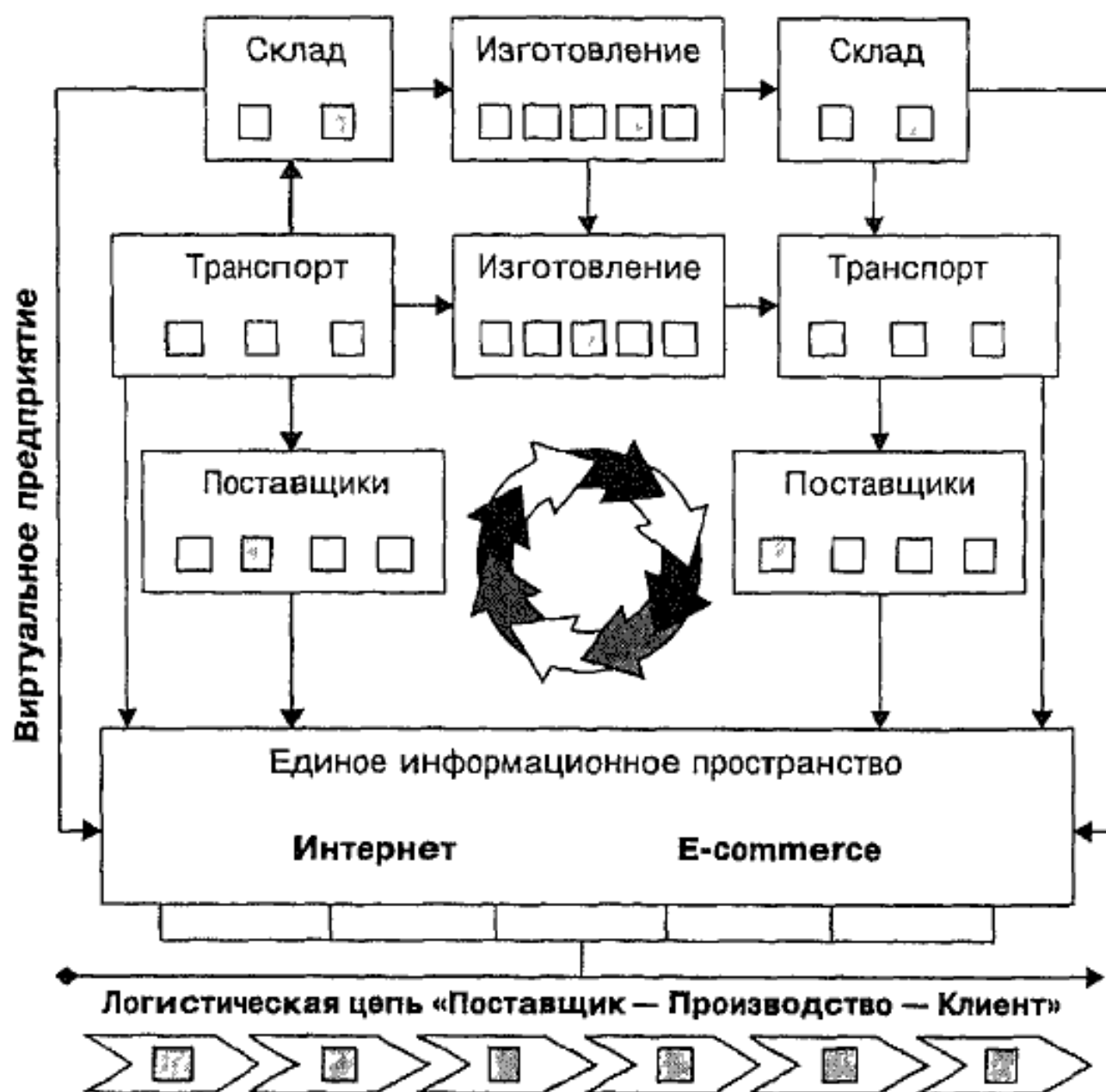


Рис. 6. Общая концепция виртуального предприятия

Концепция ВП впервые появилась в литературе около 10 лет назад [29, 106, 176, 224]. Термин «виртуальное предприятие» был предложен по аналогии с понятием виртуальной машины из области компьютерной техники, в которой процессы реализуются с помощью различных системных ресурсов. Существуют различные интерпретации термина «виртуальное предприятие» [15, 38, 117, 176, 193]. В данной книге под **виртуальным предприятием** понимается динамическая открытая бизнес-система, основанная на формировании юридически независимыми предприятиями единого информационного пространства с целью совместного использования своих технологических ресурсов для реализации всех этапов работ по выполнению проекта (заказа клиента) от источников первичного сырья до сдачи продукции конечному потребителю. ВП объединяет концепции SCM и E-Commerce.

ВП основано на формировании единой организационно-технологической и информационной среды за счет временного объединения ресурсов различных предприятий. Благодаря оперативной координации использования ресурсов организации способны быстро и с минимальными затратами производить конечный продукт или услугу.

ВП характеризуется такими свойствами, как:

- децентрализованность;
- распределенность;
- наличие механизмов гибкого формирования новых организационных структур;
- способность быстрой адаптации к изменяющимся требованиям рынка;
- саморегулирование и самоорганизация;
- координация и взаимодействие на основе согласованного с бизнес-партнерами управления процессами и ресурсами.

ВП формируются на основе создания общей базы данных (БД) о предприятиях, в которой регистрируются предприятия-участники ВП и их функциональные возможности (компетенции), а также общей базы технологических операций. Доступ к указанным БД осуществляется через Интернет (через специально разработанную интернет-страницу ВП). На основе параметров заказа клиента, введенных на *интернет-странице*, и базы технологических операций определяется технология изготовления данного продукта. В дальнейшем с учетом параметров БД поставщиков определяются альтернативные возможности выполнения каждой из операций технологического плана.

Затем с помощью системы *оперативного* распределения ресурсов и координации осуществляется сравнение различных вариантов логистических цепей, выбирается наилучшая конфигурация ЛЦ в соответствии с параметрами заказа клиента и производится распределение работ по отдельным исполнителям.

Отдельного рассмотрения требует вопрос *организационной структуры виртуального предприятия*. Общая организационная схема ВП представлена на рис. 7. Следует особо отметить, что ВП не является юридическим лицом (юридические функции может выполнять орган

координации ВП) Между участниками ВП, которые действуют на основе определенных органом координации правил, сохраняются принципы конкуренции (каждое предприятие заинтересовано в получении работы и сохраняет свою активную конкурентную роль в рамках правил ВП) ВП является открытой системой, вход в которую и выход из которой определяются самими предприятиями

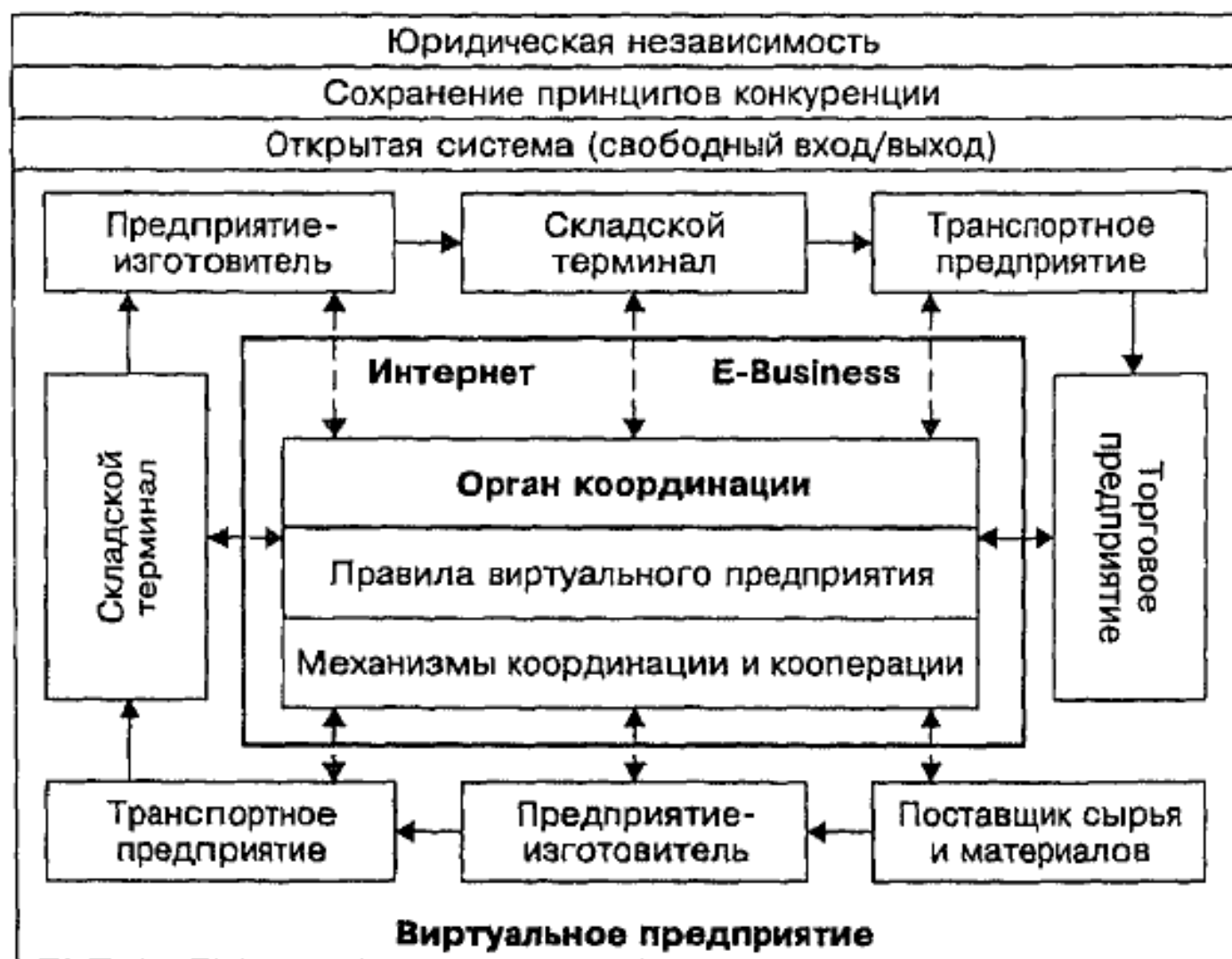


Рис. 7. Организационная схема виртуального предприятия

Центр управления (орган координации) ВП может быть реализован в виде управляющей компании, не являющейся непосредственным участником производственно-логистического процесса, либо он может быть «плавающим», то есть центром ВП может становиться одно из предприятий — участников ВП, являющееся головным исполнителем по тому или иному проекту. При первом подходе происходит передача координирующих функций специальному органу (координационному совету). Либо его образуют участники данной структуры с целью организации взаимоотношений с внеш-

ней средой, создания единой информационной базы и механизмов координации, а также управления финансовыми потоками, либо такой орган создается в виде коммерческой организации и сам занимается формированием ВП. Координационный совет утверждает правила виртуального предприятия и механизмы координации и кооперации. При втором подходе роль «головной» организации, которая выступает в роли координирующего центра, могут выполнять различные участники ВП в зависимости от характера выполняемых работ. Через нее строятся отношения ВП с внешней средой, она отвечает за распределение ресурсов, результаты деятельности и обеспечение необходимых условий функционирования ВП.

ВП представляет собой своего рода *предприятие над предприятиями*. В рамках ВП может существовать множество логистических сетей, причем одно и то же предприятие может входить в состав различных ЛС и ВП. Механизм формирования ЛЦ в ВП отличен от классической концепции SCM (рис. 8).

ЛЦ в ВП формируются *динамически из множества альтернативных вариантов* под каждый проект. При этом в ВП нет таких жестких требований к ИТ, как в SCM. В ВП возможно использование интернет-ресурсов координатора, например, с помощью ASP-технологии, реализующей модель аутсорсинга (предоставление клиентам необходимого программного обеспечения на определенный срок на условиях аренды через Интернет). Концепция аутсорсинга позволяет избежать существенных затрат на создание и поддержание предприятиями собственной сложной ИТ-инфраструктуры. Подобное расширение классов решаемых задач и рассматриваемых процессов в ряде современных исследований трактуется как переход от классического управления поставками к управлению цепями создания стоимости (*Value Chain Management*).

Основной целью ВП является быстрое реагирование на рыночные требования и максимизация степени использования ресурсов предприятий. Основной экономический потенциал ВП с точки зрения организации производства и логистики заложен в качественно новых возможностях управления ЛЦ и процессах создания стоимости на основе концентрации большого количества ресурсов в единой базе, что позволяет быстро и гибко реагировать на рыночные изменения.

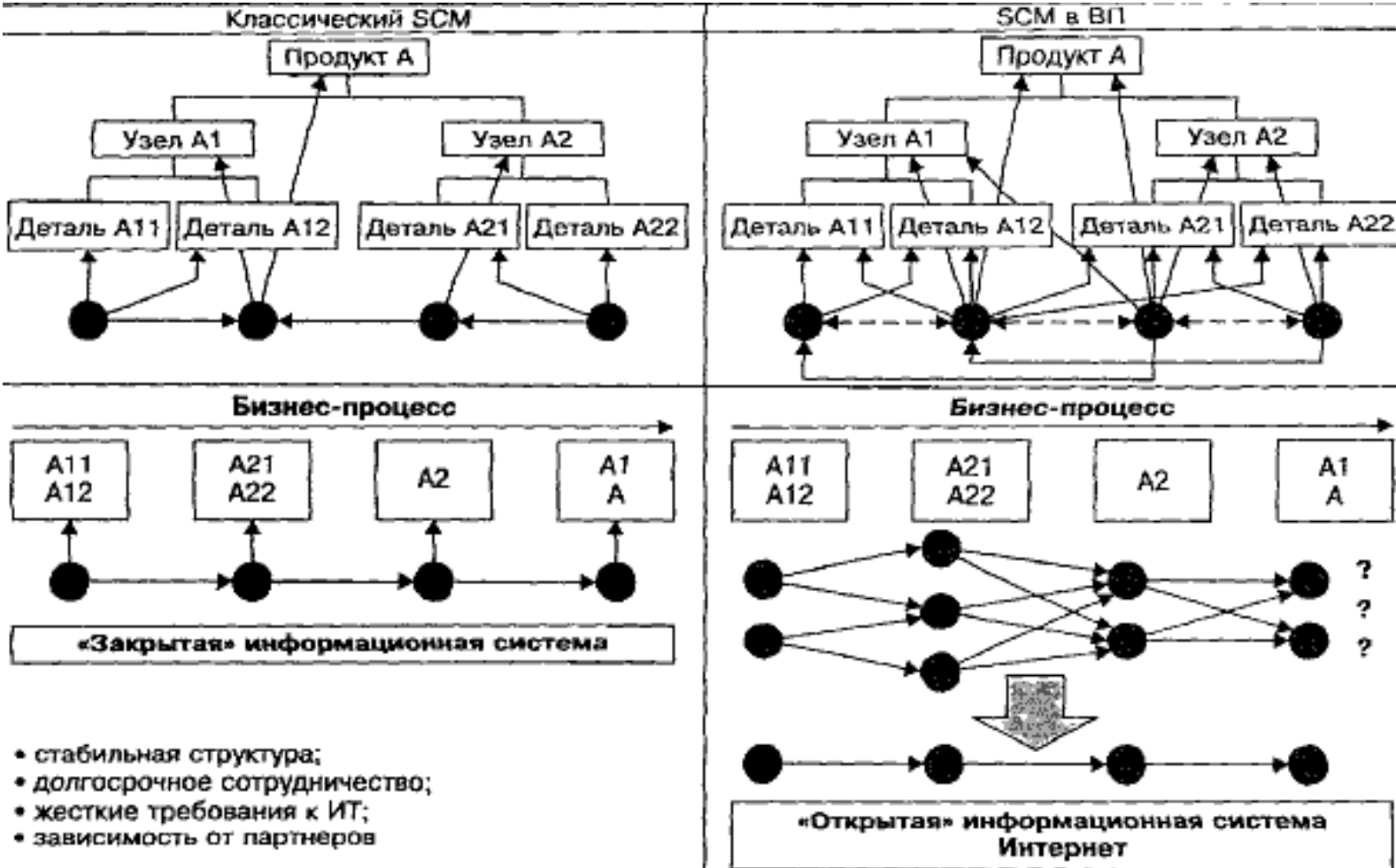


Рис. 8. Классический SCM и SCM в виртуальном предприятии

Кроме того, формирование *региональных ВП* может служить основой повышения экономического потенциала региона и решения социальных проблем. Это происходит за счет интеграции ресурсов и увеличения эффективности их использования в рамках развития приоритетных направлений деятельности региона. Так, например, в земле Саксония (Германия) на основе координации ресурсов отдельных предприятий в области мехатроники происходят дальнейшее развитие этой отрасли и повышение числа занятых в ней за счет увеличения количества заказов и изменений на самих предприятиях. К недостаткам ВП следует отнести отсутствие стабильного спроса и высокий уровень неопределенности.

Для построения эффективной системы управления логистическими цепями в виртуальных предприятиях необходимо решить задачи

- организационного проектирования (разработка и внедрение новых организационно-экономических схем взаимодействия предприятий),
- разработки правил и принципов взаимодействия (условия получения и размещения заказов, планирование и оперативное управление процессами, распределение прибыли, управление рисками и т. д.);
- построения системы информационной поддержки (концепции единой информационной среды кооперационных связей);
- выработки методов, моделей и алгоритмов оптимизации бизнес-процессов в логистических цепях.

Учитывая, что основным требованием к ВП является наличие общего для всех его участников информационного (виртуального) пространства, первой стадией создания ВП должна стать разработка модели интегрированного информационного пространства. ВП функционируют на основе общих баз данных о предприятиях-участниках, их функциональных возможностях (компетенциях) и технологических операциях. Доступ к указанным БД осуществляется через Интернет на специально разработанном web-сайте.

При организации информационного взаимодействия и для обеспечения информационной совместимости между различными предприятиями принципиальное значение имеют используемые клас-

сификаторы. Здесь особенно важна роль четкой классификации данных на основе единых описательных стандартов. К их числу относятся: ISIC – International Standard Industrial Classification of all Economic Activities, NACE – Statistical classification of economic activities in the European Community, CPA – Statistical Classification of Products by Activity in the EEC (European Economic Community), ОКВЭД – Всероссийский классификатор видов экономической деятельности, ОКДП – Всероссийский классификатор видов экономической деятельности, продукции и услуг, КТО – Классификатор технологических операций.

Функциональное «ядро» ВП составляет система оперативного управления ВП, связанная:

- с производственно-экономической системой класса ERP, в которой хранятся и актуализируются данные по выполнению отдельных процессов;
- с общей базой данных, в которой сохраняется информация об агентах – участниках ВП.

Именно это функциональное «ядро» отвечает за управление заказами клиентов и определение возможностей их эффективной реализации агентами ВП.

С другой стороны, оно связано с системами оперативного управления предприятиями (СОУП), которыми обладает каждый агент ВП. Задачами СОУП являются управление информацией о процессах на отдельных предприятиях и снабжение ею систем «функционального ядра» (как, например, в случае MES-систем – Manufacturing Execution System). Само «ядро» находится в ведении «головной организации» (координационного совета).

Одной из главных задач организации производственной кооперации в виде ВП является разработка такого интегрированного информационного пространства и системы оперативного управления процессами и координации, которые бы позволили в оперативном режиме осуществлять:

- прием заказа клиента;
- проверку возможности его выполнения;
- распределение работ по выполнению данного заказа между отдельными предприятиями – участниками ВП.

Ниже рассмотрим пример реализации процесса обработки заказа клиента в ВП в рамках разработанной модели интегрированного информационного пространства и системы оперативного управления процессами и координации.

В зависимости от организации ВП и собственных желаний клиент может обратиться либо на общий web-сайт ВП, либо на один из сайтов отдельных предприятий – участников ВП. Параметры заказа передаются в систему оперативного управления (СОУ). В ней происходят:

- построение комплексных моделей процессов;
- выбор алгоритмов выполнения и оптимизации процессов;
- имитационное моделирование процессов на основе динамической модели оперативного управления с использованием данных об ассортименте, технологии, загрузке мощностей, складских запасах, затратах, сроках и т. д.

Результатом работы СОУ в данном случае является решение о возможности выполнения заказа с требуемыми параметрами на основе координации ресурсов в ВП. Если это возможно, то клиенту на web-сайте выдается ответ о возможности выполнения заказа с его параметрами. Если выполнение заказа в соответствии с требованиями заказчика невозможно, то проверяются и предлагаются клиенту альтернативные возможности выполнения заказа (например, изменение срока поставки или стоимости заказа) или сообщается о невозможности выполнения заказа с параметрами, близкими к требованиям заказчика.

Практические примеры и концепции виртуальных предприятий

Концепция виртуального предприятия на практике реализуется в самых различных аспектах – от интернет-площадок на принципах электронного рынка до полномасштабных производственных и логистических систем, в которых web-представительство выступает в роли связующего звена между покупателями, продавцами и производителями в глобальной сети Интернет. Практические реализации концепции ВП отличаются друг от друга как по организационно-функциональному наполнению, так и по видам применяе-

мых информационных технологий. Это дает основание говорить о концепции ВП как о *модели ведения бизнеса*, которая на практике может быть реализована в виде целого ряда различных вариантов. Рассмотрим некоторые из практических примеров концепции ВП.

Как и применительно к классическому SCM, в виртуальных предприятиях также можно выделить кооперацию в области закупок и в области производства. Виртуальные предприятия в области закупок получили название E-Procurement (электронные порталы закупок). По этой схеме работают такие гиганты автомобилестроения, как концерны Daimler Chrysler, Ford и General Motors, разработавшие единое цифровое рыночное пространство Covisint, в котором компании намереваются в будущем закупать сырье для производства автомобилей и некоторые комплектующие.

Covisint является лидирующим провайдером услуг по интеграции важной бизнес-информации и бизнес-процессов между производителями, поставщиками и покупателями в логистической цепи. Covisint представляет ценность для организаций малого, среднего, крупного бизнеса, позволяя ускорять процессы принятия решений, снижая затраты на сотрудничество с партнерами и предоставляя возможность для гораздо более мобильного обслуживания покупателей. Системная архитектура Covisint состоит из трех основных компонентов: Covisint Identity Management, Covisint Connect Server, Covisint Communicate Server.

Covisint Identity Management предоставляет возможности для контроля и учета, что дает техническую поддержку поступающей информации. Covisint Connect Server обеспечивает безопасный и надежный обмен данными между партнерами по бизнесу. Он позволяет взаимодействовать (посылать/получать документацию), используя удобный для партнеров стиль коммуникации (удобный для всех формат). Это значительно снижает затраты на обмен информацией (на 50%). Covisint Communicate Server предоставляет инфраструктуру для обмена информацией и разделяет последнюю для партнеров, покупателей, поставщиков. Covisint Communicate можно установить при гораздо меньших затратах, чем при формировании и поддержке портала внутри предприятия. Это позволяет снизить расходы на создание сайта на 80% и расходы на его эксплуатацию — на 50% (по данным AMR Research, сайт www.covisint.com).

Основная цель: разработать полную on-line сеть, которая объединяла бы в себе покупателей, заказывающих автомобиль, и поставщиков. Перспектива: автомобиль за 10 дней. Иными словами, это означает, что покупатель заказывает новый автомобиль, информируя при этом производителя обо всех деталях, которые он желает видеть в своем новом авто: сиденьях, отделке, дизайне. Далее все поставщики комплектующих получают информацию о возникающих у покупателя потребностях. Максимум через две недели после заказа покупатель может получить свой новый автомобиль. Уже сейчас есть возможность заказывать автомобиль в режиме on-line. Но прямой коммуникации со всеми поставщиками комплектующих еще не существует. Автомобильные концерны, например BMW, покупают в режиме on-line исключительно стандартизированные детали. Все детали, встраиваемые в автомобиль, до сих пор не заказываются через сеть. BMW, как и концерн Volkswagen, работает только в системе электронных закупок (E-commerce).

Другим примером открытой системы для промышленной кооперации может служить интернет-портал www.e-trade-center.com, также построенный по принципу электронного рынка. Воспользовавшись размещенной на сайте базой данных, можно найти поставщиков и клиентов, указав вид продукции, страну местонахождения партнера, тип кооперации, отрасль промышленности и сроки размещения информации в базе данных.

В Германии создан ряд систем в текстильной и легкой промышленности. Так, например, в Саксонии в августе 1998 года на основе единой информационной платформы были объединены 800 предприятий, данные которых содержатся в общей базе данных [115]. Был создан web-сайт www.textil-server.de, интегрированный с виртуальным технологическим центром Саксонии, в котором помимо базы данных продукции, содержащей 73 предприятия и 213 наименований, приводятся данные о выставках, исследованиях и т. д.

Также в качестве примеров таких систем можно привести сайты www.barnesandnoble.com и www.travelocity.com.

Промышленная кооперация активно развивается в рамках отношений *B2B (Business-to-Business)*, когда крупные промышленные предприятия вступают в тесные кооперационные отношения с малыми и средними предприятиями, производящими для них опре-

деленные детали и комплектующие. Примеров такого типа кооперации достаточно много.

В компании General Motors, например, создана система «Заказ — Доставка» (Order To Delivery — OTD), с помощью которой заказы конечных потребителей, размещенные на web-сайте Buyer Power, «переходят» в конкретные заказы технологам, которые, в свою очередь, через страницу Supply Power преобразовываются в заказы поставщикам в рамках всей логистической цепи.

Интересно рассмотреть следующий пример. SMTC — канадский производитель печатных плат для персональных компьютеров, поставляющий свою продукцию многим потребителям, в том числе компаниям Dell, IBM, Compaq и др. Один из крупнейших потребителей продукции SMTC, компания Dell Computer, разработала бизнес-модель для продажи компьютеров через Интернет. Когда потребители размещают свои заказы на сайте компании Dell, они могут выбрать конфигурацию своих компьютеров, включая в них разные типы мониторов, модемов, CD-ROM или оперативной памяти и микропроцессоров. После того как потребитель разместит свой заказ и оплатит компьютер, Dell запрашивает у своих поставщиков соответствующие компоненты и — по прибытии заказанных компонентов — в течение нескольких часов выполняет окончательную сборку и тестирование готового продукта. По сути, у Dell отсутствуют товарно-материальные запасы. Более того, компания не заказывает у своих поставщиков никаких компонентов до тех пор, пока потребитель не оплатит соответствующий заказ (компьютер). Подобный подход обеспечивает компании Dell превосходный показатель дохода на активы.

Интересен опыт управления ЛЦ в ВП в Италии. Например, в текстильной и легкой промышленности создана такая форма ВП, как Emilia District. В ней большая часть заказов выполняется малыми узкоспециализированными предприятиями (до 10 человек), которые соединены на единой информационной платформе и через нее с помощью центральной сбытовой организации ведутся контакты с внешней средой.

Концерн Benetton разработал на базе ИТ систему управления ЛЦ, позволяющую на основе координации в единой информационной среде сбытовых центров, заводов-изготовителей, поставщиков и экс-

педиторов перенести процесс окраски на тот момент, когда будут известны модные цвета сезона. Это обеспечивает гибкость выполнения требований рынка и существенное сокращение затрат на хранение.

С середины 70-х годов XX века в Испании, значительно отстававшей от ведущих индустриальных стран по конкурентоспособности своей промышленности, началось активное внедрение механизмов SCM. Основная идея заключалась в преодолении экономического кризиса путем загрузки испанских промышленных предприятий производственными заказами крупных транснациональных компаний (преимущественно автомобильных).

На базе Торгово-промышленной палаты г. Бильбао был создан Центр промышленной кооперации и субподряда, к которому впоследствии прибавился Международный выставочный центр (один из крупнейших в мире). На начальном этапе деятельности ТПП Бильбао была сформирована база данных предприятий-субконтракторов, содержащая информацию о выпускаемой продукции и производственных возможностях испанских фирм. Распространение практики SCM позволило Испании в короткие сроки развить сеть мелких и средних предприятий, которые первоначально специализировались на выполнении заказов крупных зарубежных компаний.

В Европейском союзе уже много лет действует Международная биржа субконтракта. Она собирает сведения о технологических возможностях предприятий различных стран в формализованном виде и публикует их в виде справочников. Эти справочники особенно активно используются фирмами, которые хотят разместить заказы на комплектующие изделия и узлы, во время выставок субконтракта. Наиболее важные выставки многопрофильного характера проводятся в Бильбао (Испания), Гамбурге (Германия) и Лионе (Франция). Для облегчения заполнения формуляра можно пользоваться кодификатором, проставляя только коды позиций, соответствующих технологиям, которые предлагает субподрядчик. Обязательно заполнение всех полей формы.

В России в области малого и среднего бизнеса также существуют примеры формирования системы промышленной кооперации на основе модели ВП. Одним из них является основание Межрегионального центра промышленной субконтракта и партнерства. Данная

система содержит базу данных производственных возможностей промышленных предприятий, структурированную с использованием принятых в ЕС классификаторов и детализированных до уровня отдельного производственного процесса, а также базу данных поступающих заказов и информацию о предприятиях-заказчиках и их требованиях к потенциальным партнерам.

Данные базы объединены автоматизированной системой поиска, благодаря которой можно свободно найти поставщика, производственный заказ, разместить информацию о своем предприятии на основе имеющегося классификатора. Данный сайт представляет своего рода «доску объявлений», где предприятия размещают соответствующую информацию. В данном случае он не является ни координирующим центром, ни центром планирования и управления, так как данные функции лежат непосредственно на тех участниках, которые, воспользовавшись предложенной базой данных, установили партнерские отношения в рамках промышленной кооперации.

В Санкт-Петербурге в рамках цикла научно-исследовательских работ, проводимых Фондом поддержки промышленности и Институтом промышленного субконтрактинга по заказу Комитета экономического развития, промышленной политики и торговли администрации Санкт-Петербурга, в 2000–2004 годах были разработаны:

- электронная информационная система субконтрактинга (ЭИСС), функциями которой являются:
 - предоставление единой платформы для получения, обработки, хранения и обновления информации;
 - инструмент обмена информацией;
 - механизм поиска поставщиков и заказчиков продукции промышленного назначения и др. (www.spx.ru);
- информационная система субконтрактинга (ИСС).

ИСС содержит сведения о производственных возможностях промышленных предприятий в базе данных (электронная база данных мониторинга — ЭБДМ), которая обновляется в соответствии с изменениями производственных возможностей и текущей загрузки предприятий. Актуальность информации обеспечивается сотруд-

никами служб кооперированных поставок на предприятиях, которые также формируют потребности предприятий в субконтрактинговых услугах путем передачи формализованных данных.

Помимо ЭБДМ, составными частями ИСС являются система планирования заказов на базе ERP-системы, а также система моделирования и оптимизации ЛЦ.

Тенденции развития методологии виртуальных предприятий

В последние годы было проведено множество научных исследований в области ВП. Приведем некоторые примеры. Концепция неиерархических региональных производственных сетей (НРПС) является одной из фундаментальных тем исследований, осуществляемых в Техническом университете Хемница (Германия; Sonderforschungsbereich «Hierarchielose regionale Produktionsnetzwerke») [111, 113, 137, 142, 143, 176] в сотрудничестве с промышленными и транспортными предприятиями региона (земля Саксония).

Целью проекта является разработка модели виртуального предприятия, которое бы объединило фирмы малого и среднего бизнеса региона для повышения их конкурентоспособности по сравнению с крупными концернами. В рамках данного проекта была разработана концепция управления виртуальным предприятием **EVCM (Extended Value Chain Management)**, представляющая собой как концепцию менеджмента ВП, так и комплексную информационную систему для ВП. Производственная сеть в EVCM формируется за счет образования «компетенц-единиц», способных в процессе координации ресурсов произвести конечный продукт, то есть образовать «цепочку создания стоимости», или логистическую цепь (ЛЦ).

В качестве компетенц-единицы могут выступать как самостоятельное предприятие, так и отдельные подразделения (цеха), обладающие четко выраженными компетенциями. В основу данной концепции положены принципы построения биологических систем, заключающиеся в наследовании компетенц-единицами позитивных свойств с помощью процессов самоорганизации в различных конфигурациях виртуальной сети.

При проектировании сети выделяются сферы координации и системоориентированных потоков. В сфере координации моделируются процессы коммуникации, полномочий, целевые установки.

В сфере потоков анализируются технологический, информационный, материальный потоки, а также потоки рабочей силы, энергии и капитала.

При моделировании сети (цепочки создания стоимости) различают

- области компетенций, определяемые на основе бизнес-процессов (маркетинг, разработка, планирование, изготовление, контроль качества, логистика),
- компоненты компетенций, которые, по сути, являются отдельными процессами, выполняемыми в рамках отдельных областей компетенций

При этом различают функционально- и процессно-ориентированные компетенц-единицы. К первым относятся агенты, компетенция которых ограничивается одной функциональной областью (например, закупки, монтаж и т. д.) Агенты второй группы реализуют процессы, содержащие элементы различных функциональных областей.

Можно выделить следующие основные классы задач, решаемые с помощью НРПС-технологии при проектировании виртуального предприятия (ВП):

- многоуровневое концептуальное моделирование создаваемой виртуальной сетевой структуры;
- разработку ИТ-концепции моделируемой сети;
- управление логистической цепью «маркетинг—производство—сбыт»;
- построение системы контроллинга;
- разработку инновативных моделей и алгоритмов для управления процессами в сети.

В качестве других примеров можно привести проекты Whales, Globeman и Business Architect [4, 117]. Целью проекта Whales являлась разработка инфраструктуры для планирования и управления комплексными дистрибьюторскими организациями, работающими по принципу ВП над широкомасштабными инженерными проектами. Globeman стремился определить принципы построения виртуальных производственных предприятий, утвердить концепцию промышленных моделей и продемонстрировать основные идеи построения ВП. Business Architect выделил такой вид деятельности,

как развитие бизнеса, который должен формулировать и комбинировать различные компетенции, искать партнеров в сети и облегчить процедуры стратегического и оперативного планирования.

Текущие исследования в области ВП сфокусированы на нескольких аспектах [4, 23, 117]. Так, необходимо определить *теоретические и методологические основы* для исследований в области ВП. В предыдущих проектах было предложено множество прототипов совместного управления проектами и построения инфраструктуры ВП. Разработка таких прототипов являлась основным содержанием предыдущих исследований. При этом методологическим аспектам построения ВП уделялось недостаточно внимания. В настоящее время становится очевидным, что социально-экономические факторы играют при формировании и управлении ВП значительную роль. Это приводит к новому пониманию идеи виртуальных предприятий, поэтому теоретические основы ВП требуют детальной разработки и дальнейшего усовершенствования.

Кроме теоретических разработок, необходимо провести исследования в области *применения теории ВП*. В качестве инструментов для этого можно рассмотреть модели межорганизационных бизнес-процессов. Данные модели должны учитывать различные типы производства, секторы промышленности, различия в бизнес-моделях, различные способы и степени аутсорсинга, наличие или отсутствие поставщиков услуг и т. д. Кроме того, средние и малые предприятия обычно испытывают трудности в применении концепции ВП и во вступлении в логистические сети и деловую среду. В последнем случае недостаточно просто построить модель предприятия и процессов, в нем протекающих. Необходимо построить модель предприятия в условиях его деловых отношений и в тесной взаимосвязи с другими предприятиями (*модели взаимодействия*).

Вопрос *совместного выполнения бизнес-процессов* ранее рассматривался в рамках одной организации, но теперь он еще более интересен для рассмотрения в рамках ВП. Участники ВП стремятся получить решения, наилучшим образом подходящие для их конкретной ситуации. Каждое предприятие, взаимодействуя с другими организациями с целью достижения общей цели, настаивает:

- на сохранении за ним права делать выбор и принимать решения в своей области;

- на защите конфиденциальной информации,
- на предоставлении доступа к определенной информации либо тем предприятиям, которым оно доверяет, либо тем предприятиям, которым необходимо предоставлять информацию в соответствии с контрактом

Это вызывает несоответствия между необходимыми ресурсами для кооперации и теми решениями, которые больше всего устраивают участников в конкретных условиях. При этом специальной областью исследования является вопрос управления знаниями (Knowledge Management) [216].

Наконец, в условиях обмена информацией между различными предприятиями необходимо быть уверенным в **безопасности** такого обмена [200]. К сожалению, сегодня такой уверенности пока нет. Поэтому одним из требований к построению ВП является обеспечение *безопасного протекания бизнес-процессов*. Кроме того, необходимо разработать программное обеспечение, определить методики и ресурсы для успешного применения этого программного обеспечения и систем построения ВП.

Новый проект Integrated Project (IP), проводимый при поддержке ЕС, создан для того, чтобы аккумулировать необходимые ресурсы для достижения отличных результатов в исследованиях, интеграции и взаимодействия. Данный проект должен иметь возможность влиять на данную область науки и в целом на весь рынок. Так как до сих пор область исследований достаточно разнообразна и нет единого видения вопроса, IP должен концентрировать свое внимание на исследованиях и сформировать такой состав участников данного проекта, который сможет эффективно проводить научные исследования в данной области. Кроме того, исследования должны быть результативными хотя бы благодаря усовершенствованию и интеграции как научных, так и промышленных изысканий. Уже четыре таких проекта функционируют с января 2004 года: Athena, Digital Business Ecosystems, Ecolead и Trustcom.

В современных условиях предприятия сотрудничают друг с другом только в целях повышения эффективности. Компании стремятся вступать в кооперационные отношения, а не работать отдельно. При использовании современных информационных технологий это позволит снизить как логистические издержки, так и затраты покупателей.

В ближайшем будущем (после 2010 года) возможно более устойчивое сотрудничество между предприятиями не только ради снижения издержек, но и с целью улучшения качества выпускаемой продукции. Следующим шагом на пути развития кооперационных отношений будет уже не решение вопроса о распределении затрат на производство между предприятиями, а решение вопроса о стимулировании такой коллективной работы и инновационной деятельности внутри логистической сети, которые не присущи отдельным независимым предприятиям. Такой уровень кооперации подразумевает, что все участники доверяют друг другу и согласны предоставлять необходимую информацию. Стоит заметить, что смена приоритетов с управления издержками на управление инновационной деятельностью ведет к изменениям в понятии «стоимость», которая по большей части определяется не характером технологического процесса, а позиционированием изделия.

Глобальная бизнес-среда становится более сложной и неупорядоченной. В таких условиях предприятия столкнутся еще и с тем, что их форма, структура и сложившиеся порядки будут трансформироваться и адаптироваться к постоянно изменяющейся окружающей среде. Границы организаций уже не будут такими четкими, как сейчас. В условиях непредсказуемого поведения субъектов рынка механизмы контроля, основанные на причинно-следственных связях, уже не будут иметь достаточной эффективности. Необходимо также разработать специальную систему оценки деятельности как ВП в сравнении с отдельными организациями, так и каждого предприятия-участника в рамках конкретной ЛС.

Отдельного рассмотрения требует вопрос управления комплексными производственно-логистическими системами. Необходимо провести анализ разнообразных изменений окружающей среды в определенных отраслях промышленности, для того чтобы лучше понимать причины таких изменений и реакцию на них различных субъектов рынка. При этом в качестве базовых теорий предлагается рассматривать теорию больших систем и мульти-агентные системы. Данные концепции находят широкое применение при исследовании классического SCM и виртуальных предприятий, хотя их интерпретация в данном контексте еще требует корректировки.

Кроме того, существует еще одно направление для исследований — инновационная деятельность в ВП, связанная с параллельной разработкой новых видов продукции и услуг (*Concurrent Engineering*). Например, не совсем ясно, как должны быть стимулированы процессные и продуктовые инновации и как ими управлять. Разные специалисты от различных предприятий — участников ВП могут разрабатывать вместе новое изделие. Некоторые сторонние организации также могут принимать в этом участие. То есть предприятия-участники, используя современные технологии и опираясь на рыночные тенденции, непрерывно разрабатывают новую продукцию; но поставщики современных технологий всегда будут сталкиваться с фактором комплексности сетей. Поэтому так важна доступность информации, которая способствует преодолению чрезмерной сложности сетей. Помимо всего прочего, неясно, как ЛС будут устанавливать баланс между новшествами и эффективностью и как он будет меняться в условиях динамичности внешней среды.

Исследования ВП могут касаться еще множества вопросов. При этом следует отметить, что предыдущие исследования были сфокусированы главным образом на технологической стороне вопроса, а социально-экономические подходы в них практически не рассматривались.

Глава 3. Основные задачи организации и управления логистическими цепями

Организация и управление бизнесом на основе концепции SCM включают в себя четыре основных аспекта:

- интеграцию всех партнеров цепи создания стоимости для решения общих задач на основе организации межфирменных кооперационных отношений;
- моделирование и реинжиниринг ключевых бизнес-процессов;
- разработку принципов построения и структуры системы интегрированного планирования и управления;
- создание концепции информационных технологий для SCM.

Организация межфирменных кооперационных отношений направлена на создание партнерских отношений между предприятиями —

участниками ЛЦ. На этапе организации системы SCM решается комплекс задач, связанный с установлением договорных отношений между предприятиями, выбором формы организации кооперационных отношений, выработкой системы целей кооперации, определением ролей, ответственности и правил взаимодействия.

Фаза *моделирования и реинжиниринга ключевых бизнес-процессов* направлена на создание статического информационного портрета системы SCM. Задачами данного этапа являются выявление и описание межорганизационных бизнес-процессов с помощью специальных инструментальных средств их моделирования. Помимо этого, важной составляющей данного этапа является применение специальных методик, позволяющих вскрыть источники формирования бизнес-процессов, определить их «узкие» места и произвести целенаправленное улучшение (реинжиниринг). С учетом значительной степени сложности и неопределенности в производственно-логистических сетях особое значение приобретают вопросы оценки устойчивости бизнес-процессов относительно определенных классов возмущений, а также разработки механизмов перехода на альтернативную траекторию выполнения бизнес-процесса в случае отклонений от планового состояния.

Целью этапа *разработки принципов построения и структуры системы интегрированного планирования и управления* являются выбор стратегии и создание комплексных моделей планирования и управления ЛЦ. На этом этапе происходят постановка и формализация типовых задач, а также разработка методов их решения с учетом особенностей ЛЦ. Особое значение здесь приобретает системный учет факторов неопределенности с использованием специальной системы показателей. Важным элементом данного этапа является также разработка инструментальных средств для моделирования и оптимизации ЛЦ.

Этап *разработки концепции информационных технологий* завершает построение системы SCM. Создание единого информационного пространства (ЕИП), то есть среды интегрированного планирования и управления всей ЛЦ, координации и коммуникации участников ЛЦ представляет собой важнейшую составляющую концепции SCM. К основным составляющим ЕИП для SCM относятся системы планирования (Supply Chain Planning) и опера-

тивного управления (Supply Chain Execution) Развитие ИТ для SCM направлено в сторону разработки специальных систем для SCM, систем класса E-SCM для работы с интернет-технологиями, а также обеспечение взаимодействия между различными классами систем, используемых различными участниками ЛЦ (Interoperability Tools).

Предпосылками значительных изменений в подходах к организации и управлению бизнесом являются прежде всего появление новых форм конкурентной борьбы, основанных на **стратегическом взаимодействии (collaboration) предприятий**, а также все большее проникновение информационных технологий в бизнес. В традиционных системах управления производством и логистикой, в которых предприятия рассматриваются как изолированные элементы, самостоятельно планирующие свои потребности и закупки, возникают существенные отклонения и колебания во всей логистической цепи. Локальная оптимизация, несогласованность действий участников ЛЦ и недостаточный информационный обмен в ЛЦ приводят к так называемому Bullwhip-эффекту. Снижение негативных последствий Bullwhip-эффекта возможно за счет создания комплексной системы взаимодействия предприятий, включающей в себя организацию кооперационных отношений, реинжиниринг ключевых бизнес-процессов и интегрированное планирование и управление всей ЛЦ, создание единого информационного пространства для координации и коммуникации участников ЛЦ.

В связи с этим все большее развитие получает концепция **SCM (Supply Chain Management – управление логистическими цепями)**, объединяющая в себе передовые организационные принципы и возможности современных ИТ. Для предприятия внедрение концепции SCM означает ведение бизнеса на принципах стратегического взаимодействия с поставщиками и клиентами. Отличие концепции SCM от традиционных форм организации и управления предприятием состоит в синхронизации основных бизнес-процессов и моделей планирования и управления на основе единых информационных каналов с поставщиками и клиентами по всей логистической цепи.

Анализ практических примеров реализации концепции SCM показывает, что существует целый ряд различных видов логистиче-

ских цепей. Учитывая, что ЛЦ, как правило, формируется в рамках определенной логистической сети, для анализа различных видов логистических цепей необходимо рассмотреть различные типы ЛС. В современной литературе по SCM принято выделять два основных класса логистических сетей, в каждой из которых ЛЦ имеет свои особенности: Procurement Supply Networks и Production-Transport Supply Networks.

Дальнейшее развитие концепции SCM приводит к созданию новой формы производственной кооперации в виде **виртуальных предприятий (ВП)**. Концепция ВП получает все большее развитие, а управление ЛЦ в ВП имеет целый ряд особенностей. Причиной появления концепции ВП являются развитие и широкое распространение современных интернет-технологий, предоставляющих новые возможности для коммуникации и сотрудничества различных автономных, географически распределенных предприятий. Появление новых информационных технологий открывает новые возможности для организации бизнеса (в данном случае справедлив тезис «технология определяет организацию»)

ВП представляет собой своего рода «**предприятие над предприятиями**». В рамках ВП может существовать множество логистических сетей, причем одно и то же предприятие может входить в состав различных ЛС и ВП. Механизм формирования ЛЦ в ВП отличается от классической концепции SCM. ЛЦ в ВП формируются динамически из множества альтернативных вариантов под каждый проект. По модели ВП могут формироваться как ЛС закупок (концепция E-Procurement), так и производственно-логистические сети. Подобное расширение классов решаемых задач и рассматриваемых процессов в ряде современных исследований трактуется как переход от классического управления поставками к управлению цепями создания стоимости (Value Chain Management). Следует отметить, что предыдущие исследования по ВП были сфокусированы главным образом на технологическо-информационной стороне вопроса, а социально-экономические аспекты практически не рассматривались. Текущие исследования в области ВП сконцентрированы на разработке теоретических и методологических основ ВП и направлениях применения теории ВП.

На практике существуют тесная взаимосвязь и взаимообусловленность всех этапов организации и управления бизнесом на основе концепции SCM, что вызывает необходимость теоретического осмысления комплекса междисциплинарных проблем и выработки единых методологических основ организации и управления сложными кооперационными межфирменными сетевыми структурами. Системному рассмотрению данной проблематики и будут посвящены следующие главы.

ЧАСТЬ II

Управление бизнесом на основе концепции Supply Chain Management

Предприятие, лишенное стандартных писанных инструкций, неспособно к неуклонному движению вперед.

Г. Эмерсон

Взаимосвязь подсистем — начало согласия.

Б. Стиноза

Глава 4. Организация стратегической кооперации

Организация кооперационных отношений

Построение системы управления ЛЦ начинается с организации межфирменной кооперации. Эта фаза направлена на создание партнерских отношений между предприятиями — участниками ЛЦ. На этапе организации системы SCM решается комплекс задач, связанный с установлением договорных отношений между предприятиями, выбором формы организации кооперационных отношений, выработкой системы целей кооперации, определением ролей, ответственности и правил взаимодействия [5, 63, 83, 92, 111, 116, 221].

В построении отношений межфирменной кооперации с точки зрения крупного предприятия выделяют две модели, которые в литературе получили название американской и японской [154, 220, 222]. Американская модель основана на взаимодействии большого числа заказчиков и исполнителей. Основным критерием отбора исполнителей заказа служит предлагаемая цена. Такая система существует в тесной связи с развитым малым предпринимательством, инноваци-

онной активностью фирм-исполнителей, доступностью лизинговых отношений для субконтракторов и т. п. Для американской модели отношения между заказчиком и исполнителем строятся в рамках одного конкретного заказа и не рассчитаны на долгосрочную перспективу. Широкое предложение со стороны исполнителей позволяет заказчику выбрать наилучший вариант для исполнения своего заказа.

Обычно крупное автомобилестроительное предприятие имеет 2000–2500 субконтракторов. Такие гиганты американского автомобилестроения, как Chrysler, Ford и General Motors, изготавливают самостоятельно чуть больше $\frac{1}{4}$ комплектующих изделий. Остальные детали поставляются в рамках договоров подряда. Развитию американской модели промышленной кооперации в сфере малого и среднего бизнеса способствовала не только либеральная экономическая политика, но и система государственных заказов, в частности для оборонного сектора.

Японская модель характеризуется ранжированием предприятий-субконтракторов в зависимости от производственных мощностей и уровня технологии, которыми располагают эти компании. В Японии сложилась многоуровневая система управления ЛЦ: контрактор передает заказ нескольким субконтракторам, которые, в свою очередь, сотрудничают с субконтракторами более низкого уровня. Крупное японское автомобилестроительное предприятие имеет в среднем 300–400 субконтракторов.

С субконтракторами первого уровня устанавливаются прямые долгосрочные отношения. Такие гиганты японского автомобилестроения, как Nissan и Toyota, самостоятельно производят чуть больше $\frac{1}{4}$ используемых комплектующих, получая остальные по субконтрактным заказам. Критериями отбора субконтракторов служат в первую очередь не цены, а качество, техническая совместимость изделий, надежность партнеров.

Обычно контракт заключается на период выпуска определенной модели изделия и продлевается в будущем, если партнер удовлетворяет заказчика. Что касается цены, то японские контракторы отказались от идеи ее сбивания путем организации конкурентной борьбы между субконтракторами.

Особенностью японской модели промышленной кооперации является тесная производственно-техническая интеграция крупных

заказчиков и более мелких исполнителей. Японская модель кооперации позволяет сформировать отраслевые и межотраслевые кластеры, что является ее несомненным преимуществом перед американской моделью.

Анализируя две представленные модели промышленной кооперации, эксперты пришли к выводу, что автомобильная промышленность Японии в сравнении с автомобильной промышленностью США имеет на 300–600 долларов больший выигрыш на произведенный автомобиль (эти цифры подтвердились и для филиалов японских компаний за рубежом).

Организация договорных отношений в системе SCM осуществляется, как правило, в виде двух основных форм.

1. Прямые договорные отношения между контрактором (головным предприятием) и субконтракторами – участниками ЛЦ (характерно для производств с малым количеством переделов и относительно невысоким уровнем требований к качеству выпускаемой продукции). Примером может служить швейное производство.
2. Иерархическая структура отношений (контрактор имеет договорные отношения только с ограниченным количеством субконтракторов первого уровня – 1st Tier). Субконтракторы первого уровня строят собственную систему отношений с поставщиками материалов и субконтракторами. Такая форма организации системы субконтрактных отношений характерна для производств продукции высоких переделов с повышенным уровнем требований к качеству. Наиболее ярким примером могут служить автосборочные предприятия.

Кроме того, применяются различные смешанные формы организации системы субконтрактных отношений, что наиболее характерно для периода становления рынка субконтрактов в переходном периоде.

Шансы и риски кооперационной стратегии ведения бизнеса

Учет факторов риска имеет свои особенности на всех этапах жизненного цикла кооперации (рис. 9).

Применительно к фазам принятия решения о кооперации и выборе партнеров наибольшую актуальность приобретают вопросы

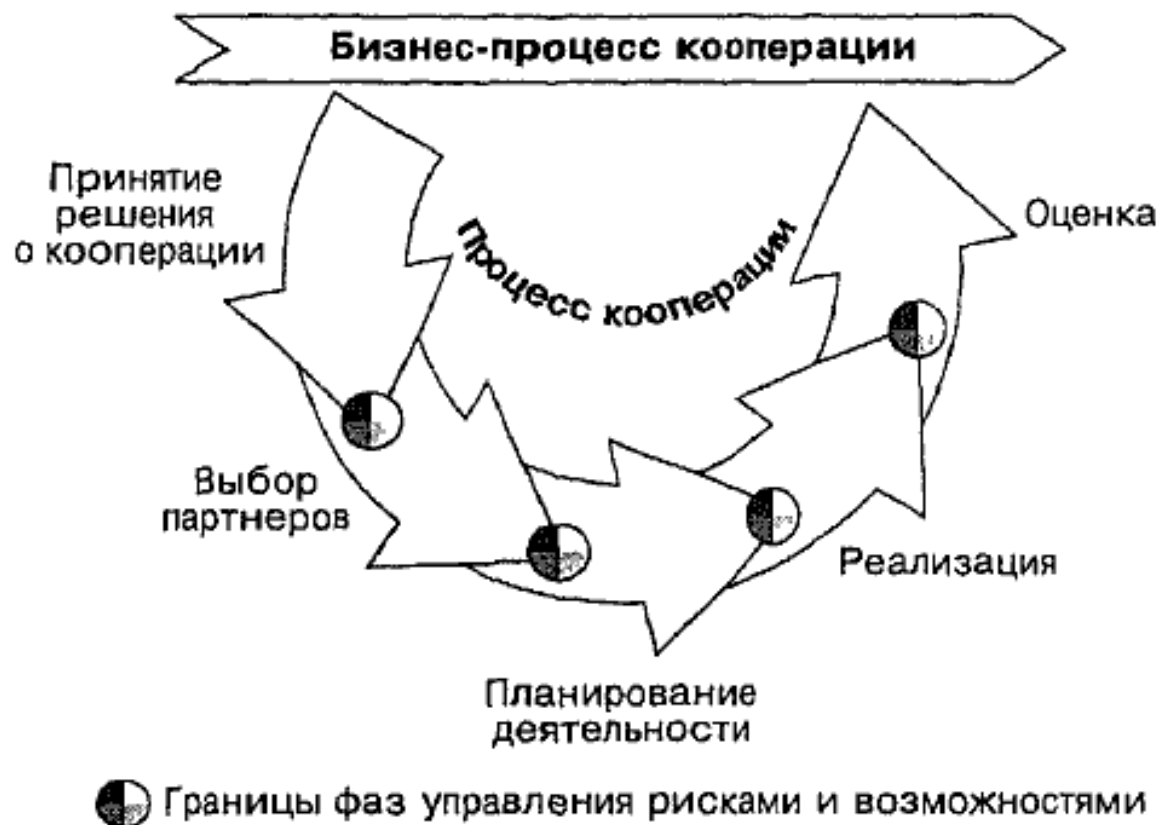


Рис. 9. Бизнес-процесс кооперации

организационных рисков. На стадиях планирования и реализации работ имеет смысл рассмотрение операционных рисков (проблематика операционных рисков будет подробно рассмотрена в части III). При построении кооперационной стратегии ведения бизнеса предприятия неизбежно сталкиваются не только с новыми возможностями, но и с новыми потенциальными опасностями. В связи с этим, особое значение в рассмотрении проблемы организации кооперационной системы взаимодействия предприятий приобретают вопросы шансов и рисков [18, 28, 40, 51, 63, 98, 101, 103, 111, 113, 182]. В системе кооперации они связаны с высоким уровнем неопределенности ПЛС (данная проблематика будет подробно рассмотрена в части III).

К основным преимуществам кооперации относятся возможность быстрого освоения новых рынков, сокращение затрат, трансфер технологий и ноу-хау, дополнительные инвестиционные возможности, возможности разделения рисков среди партнеров в ЛЦ. К основным рискам (недостаткам) кооперации относятся увеличение зависимости от партнеров по бизнесу, риск утраты ноу-хау и конкурентных позиций. Влияние перечисленных выше свойств зависит от организационной формы кооперации [43, 56, 63, 111, 133, 135, 102, 103]. Ниже приведены общие преимущества и недостатки коопераций (табл. 2).

Таблица 2

Общие преимущества и недостатки кооперации

Аспекты рассмотрения кооперации	Преимущества	Недостатки
Риск	Распределение рисков между участниками ЛЦ	<ul style="list-style-type: none"> • Опасность одностороннего использования кооперации. • Зависимость от партнеров. • Опасность потери ноу-хау. • Прозрачность маркетинговой стратегии для конкурентов
Затраты	Снижение затрат как результат эффекта масштаба и сокращения транзакционных издержек	<ul style="list-style-type: none"> • Расходы на ИТ. • Длительный срок принятия решений. • Расходы на реинтеграцию
Результат	<ul style="list-style-type: none"> • Ускоренное освоение рынка. • Развитие стандартов и лидирующей позиции в системе 	<ul style="list-style-type: none"> • Необходимость коллегиального согласования • Отсутствие возможности одностороннего использования конкурентного преимущества
Ресурсы	<ul style="list-style-type: none"> • Усиление финансового потенциала • Улучшение оснащения имуществом. • Рост уровня работников. • Пополнение технических ноу-хау 	«Связанные» ресурсы для кооперационного проекта

Причина возникновения организационных рисков в системе кооперации связана с различиями:

- в принципах корпоративного управления участников ЛЦ;
- в целях и задачах ведения бизнеса;
- в финансовых циклах компаний (clockspeed-эффект) и т. д.

Таким образом, кооперация не только способствует разделению рисков между участниками ЛЦ и снижению неопределенности, но и индуцирует создание новых рисков, связанных с взаимодействием предприятий.

Общепринятая схема учета факторов риска при организации системы SCM включает четыре этапа [18, 28, 40, 102]:

- идентификация рисков;
- оценка рисков;
- выработка управленческих решений по снижению риска;
- разработка системы мониторинга риска.

Рассмотренные в данном параграфе вопросы учета факторов риска связаны с организационными аспектами системы кооперации. Существует и другая группа рисков — процессная, связанная с этапами синтеза и функционирования ЛЦ. Учет факторов риска этой группы осуществляется на этапе планирования ЛЦ и выполнения работ в ней. Подробно данная проблематика будет рассмотрена в части III.

В заключение этого параграфа следует отметить, что фаза организации вхождения компании в систему SCM является чрезвычайно важной. Предприятия, становясь участниками ЛЦ, выбирают определенную стратегию ведения бизнеса, а именно — кооперационную стратегию. Это решение вызывает необходимость изменений в компании. Поэтому на данном этапе очень важно правильно сформулировать цели кооперационной стратегии, выбрать соответствующую форму организации кооперационных отношений, тщательно проанализировать шансы и риски, возникающие вследствие участия предприятия в ЛЦ.

После того как решение о выборе кооперационной стратегии ведения бизнеса принято, необходимо осуществить интеграцию предприятий в ЛЦ. Данный процесс включает в себя три основных этапа:

- реинжиниринг и документирование ключевых бизнес-процессов;
- разработку системы интегрированного планирования и управления;
- создание единого информационного пространства производственных ЛС.

Этим вопросам посвящены следующие главы.

Глава 5. Реинжиниринг ключевых бизнес-процессов

Фаза моделирования и реинжиниринга ключевых бизнес-процессов [36, 41, 42, 176] направлена на создание статического информационного портрета системы SCM. Задачами данного этапа являются выявление

ние и описание межорганизационных бизнес-процессов с помощью специальных инструментальных средств их моделирования. Неудачи в попытках внедрения компьютерных технологий в управлении не в последнюю очередь обусловлены недооценкой подготовительного этапа и, в частности, недооценкой значимости комплексной модели бизнес-процессов. В данном параграфе рассматриваются основные методики и инструментальные средства моделирования бизнес-процессов. Излагается разработанная автором совместно с А. В. Архиповым методика комплексного моделирования бизнес-процессов «КоМПас», которая задает общую логическую схему анализа и описания сложных производственных систем и обеспечивает получение моделей этих систем с требуемой степенью детализации.

Концепции моделирования бизнес-процессов

Основными средствами и методами моделирования логистических и производственных процессов в настоящее время являются SCOR (Supply Chain Operation Reference-Model), ARIS (Architecture of Information Systems), UML (Unified Modeling Language), IDEF (Integration Definition for Function Modeling). Они обладают различными возможностями и предназначением.

Разработка концепции ARIS началась в середине 80-х годов в Институте экономической информатики в университете Саарбрюкен (Германия) под руководством профессора А. В. Шеера [87, 88, 176]. С момента опубликования первого издания «Architektur integrierter Informationssysteme – ARIS» в 1991 году идея документирования бизнес-процессов с помощью стандартных программных продуктов на основе разработки их моделей вызвала большой интерес у практиков.

Созданная А. В. Шеером методология ARIS, использующая принципы оптимизации организационных изменений в рамках BPR (реинжиниринга бизнес-процессов), сохранения базы знаний организации, использования документации процессов для сертификации по ISO 9000 и определения их затрат, а также применения моделей для внедрения новых ИТ, нашла широкий отклик и поддержку множества предприятий.

Во многом это было вызвано сотрудничеством А. В. Шеера с SAP/R3. Ему удалось убедить руководство SAP, что внедрение и эксплуатация такой многофункциональной системы, как R3, требует

надлежащей поддержки со стороны предпроектного моделирования процессов. Такая поддержка была реализована с помощью набора модулей ARIS for R3 для документирования и анализа результатов проекта. Начало использования ARIS в проектах SAP в значительной степени определило дальнейшее направление развития и повышения значимости методологий моделирования процессов.

Архитектура методологии ARIS представляет четыре типа моделей, отражающих различные аспекты исследуемой системы:

- организационные модели, представляющие структуру системы (иерархию организационных подразделений, должностей и конкретных лиц, многообразие связей между ними и их территориальное размещение);
- функциональные модели (иерархия целей с совокупностью необходимых для их достижения «деревьев» функций);
- информационные модели, отражающие структуру информации, необходимой для реализации всей совокупности функций системы;
- модели управления, представляющие комплексный взгляд на реализацию деловых процессов в рамках системы.

Графически такой подход может быть представлен следующим образом (рис. 10).

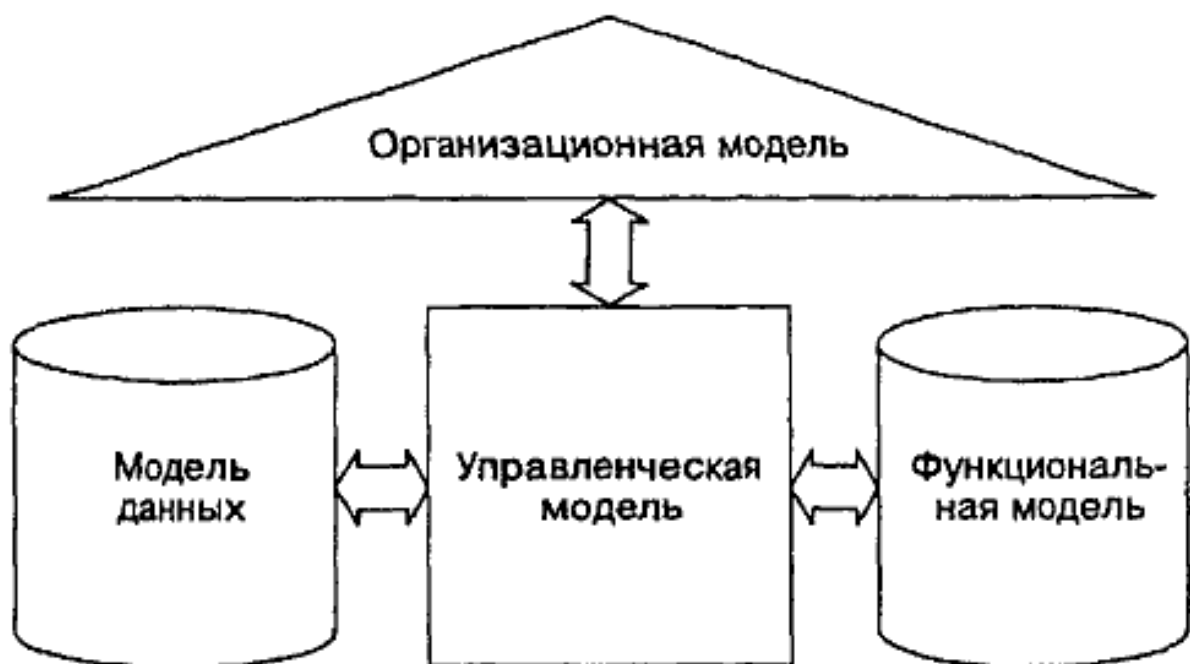


Рис. 10. Взаимосвязь типов моделей, используемых в ARIS-архитектуре

Другой особенностью методологии ARIS, обеспечивающей целостность разрабатываемой системы, является использование различных уровней описания, что поддерживает теорию жизненного цикла системы, существующего в сфере информационных технологий. В ARIS используется трехфазовая модель жизненного цикла.

На уровне определения требований разрабатываются модели, описывающие то, что должна делать система: как она организована, какие деловые процессы в ней присутствуют, какие данные при этом используются. На уровне проектной спецификации разрабатывается концепция информационной системы, которая на третьем уровне преобразуется в физическое описание конкретных программных и технических средств. Это заключительный этап проектирования систем, за которым следует этап физической реализации (программирования).

В концепции ARIS был впервые сформулирован системный подход к предпроектной стадии внедрения ИТ на основе моделирования бизнес-процессов, ориентированного на их стандартизацию, документирование и улучшение. Реализация данного подхода нашла отражение в виде разработки специальных приложений, обеспечивающих автоматизацию моделирования бизнес-процессов, возможности их анализа, контроля и корректировки.

Другим подходом к решению задач комплексного обследования предприятий и моделирования сложных систем явилась разработка стандартов и методологии семейства IDEF, позволяющих эффективно отображать и анализировать модели деятельности подобных систем [70, 71, 176, 192]. При этом широта и глубина обследования процессов в системе определяются самим разработчиком, что позволяет не перегружать создаваемую модель излишними данными.

В настоящий момент к семейству IDEF можно отнести стандарты:

- IDEF0 (методология функционального моделирования);
- IDEF1 (методология моделирования информационных потоков внутри системы, позволяющая отображать и анализировать их структуру и взаимосвязи);
- IDEF1X (методология построения реляционных структур и баз данных);

- IDEF2 (методология динамического моделирования развития систем, построенные на базе «раскрашенных сетей Петри» (CPN – Color Petri Nets)),
- IDEF3 (методология документирования процессов, происходящих в системе, которая используется, например, при исследовании технологических процессов на предприятиях);
- IDEF4 (методология построения объектно-ориентированных систем);
- IDEF5 (методология онтологического исследования сложных систем).

Наиболее часто на практике используется методология функционального моделирования IDEF0, в основе которого лежат понятия функционального блока (Activity Box), интерфейсной дуги (Arrow), декомпозиции (Decomposition) и глоссария (Glossary) Функциональный блок графически изображается в виде прямоугольника (рис 11) и представляет собой некоторую конкретную функцию в рамках рассматриваемой системы



Рис. 11. Структура функционального блока

По требованиям стандарта каждый функциональный блок должен иметь свой уникальный идентификационный номер, а его название должно быть сформулировано в глагольном наклонении. Каждая из четырех сторон функционального блока имеет свое определенное значение (роль):

- управление (например, технологический план),
- вход (полуфабрикат);
- выход (готовый продукт);
- механизм (цех, рабочий).

Интерфейсные дуги (потоки или стрелки) соответствуют элементу системы, который обрабатывается функциональным блоком или оказывает иное влияние на функцию, отображенную данным функциональным блоком. Каждая интерфейсная дуга должна иметь свое уникальное наименование (Arrow Label). В зависимости от того, к какой из сторон подходит данная интерфейсная дуга, она носит название «входящей», «исходящей» или «управляющей». Обязательное наличие управляющих интерфейсных дуг является одной из главных особенностей стандарта IDEF0.

Принцип декомпозиции применяется при разбиении сложного процесса на составляющие его функции. При этом уровень детализации процесса определяется непосредственно разработчиком модели. Декомпозиция позволяет постепенно и структурированно представлять модель системы в виде иерархической структуры отдельных диаграмм, что делает ее менее перегруженной и более легкой для восприятия. В процессе декомпозиции функциональный блок подвергается детализации на другой диаграмме. Важно отметить, что в каждом случае декомпозиции функционального блока все интерфейсные дуги, входящие в данный блок или исходящие из него, фиксируются на дочерней диаграмме. Этим достигается структурная целостность модели IDEF0.

Другим подходом к моделированию логистических и производственных процессов явилась разработка в середине 90-х годов методологии UML (Unified Modeling Language). Основателями данного подхода принято считать Д. Румбаха, И. Якобсона, Г. Буча [10, 72, 80, 84, 187]. Разработка языка UML началась в компании Rational в 1995 году с объединения методов G. Booch и развивавшейся в то время техники OMT (Object Modeling Technique). Процесс разработки было решено сделать общедоступным. В 1997 году созданная общими усилиями многих компаний спецификация языка была принята группой OMG (рабочей группой по развитию стандартов объектного программирования).

Язык UML был специально разработан для распределенной, параллельной и связанной среды и основан на объектно-ориентированном подходе. Он не привязан к какой-либо отдельной платформе или языку программирования, поэтому хорошо подходит для соединения сетей различных систем, обладая при этом необходи-

мой гибкостью и способностью к адаптации. Использование единой модели UML, лежащей в основе как программного кода, так и схем баз данных, позволяет разрабатывать профиль моделирования баз данных, который дает возможность разработчику сконструировать логическую модель информации и модель таблиц физической базы данных, полученную на основе этой информации.

Важной особенностью методологии UML является поддержка моделирования систем реального времени. Изменения в любой из функциональных областей отражаются во всех относящихся к ней взаимосвязанных объектах. При разработке систем, использующих реляционные БД, на основании диаграммы классов создается физическая модель БД для хранения данных объектов постоянных классов. Все решения, связанные с построением объектно-ориентированной модели программной системы, здесь должны быть завершены. В течение стадии реализации модели, созданные на стадиях проектирования системы, переводятся в исходный код 3GL или 4GL языков программирования и разрабатывается база данных системы.

UML поддерживает все стадии жизненного цикла проекта. Его применения достаточно для полной поддержки разработки приложения. Особенность UML заключается в том, что он оптимизирован для применения при разработке программных систем, что дает возможность максимально ускорить разработку программных продуктов и заметно улучшить качество получаемой системы. Кроме того, объектно-ориентированный подход позволяет легко включать в систему новые объекты и исключать устаревшие без существенного изменения жизнеспособности системы.

SCOR-модель

Если рассмотренные выше методологии являются общими методами моделирования процессов, то модель SCOR была специально разработана для реализации SCM (управление логистическими цепями). Это было вызвано необходимостью создания методики моделирования SCM и одинакового понимания лежащих в основе этого метода процессов с последующей их оценкой. Создание стандартизированной модели процессов было инициировано Советом по цепям поставок (Supply Chain Council – SCC). SCC является

инициативным объединением, которое было создано в 1996 году в США и насчитывает более 800 предприятий-участников. В 2005 году был создан Национальный совет по цепям поставок в Москве, являющийся членом Европейского совета по цепям поставок.

Цель совета SCC – разработка и техническое описание стандартных моделей процессов (SCOR: Supply Chain Operation Reference) и обмен информацией между предприятиями, включенными в логистическую цепь (ЛЦ). С помощью SCOR-моделей должны быть созданы единые, сравнимые и приспособленные для оценки модели процессов внутри ЛЦ. SCOR описывает процессы управления цепочками поставок и сравнивает их с данными бенч-маркинга (сравнение с эталоном) и функциями программного обеспечения. В качестве вспомогательного средства SCOR располагает инструкциями, стандартизированной терминологией и общими показателями для проведения бенч-маркинга ЛЦ.

Модель SCOR имеет трехуровневую структуру [63, 105, 135, 176, 190, 191, 196, 212, 221]. В модели первого уровня (рис. 12) принципиально различаются следующие основные виды деятельности и процессы:

- планы (все подготовительные виды деятельности по процессу, определение ресурсов, объединение требований служб снабжения, производства и размещения, планирование использования мощностей вплоть до распределения заказов);
- снабжение (описание процессов приобретения, получения, проверки и предоставления поступающих материалов);
- производство (все производственные процессы);
- поставка (определение спроса, управление заказами и процесс сбыта, включая управление складами и транспортом).

Эти основные процессы описываются более детально на следующих уровнях. Так, на втором уровне происходит дифференциация по 30 категориям «типовых» процессов, которые затем на третьем уровне конфигурируются с помощью элементов процесса с учетом отраслевых стандартных рекомендаций. SCOR-модель позволяет определить процессы в ЛЦ на оперативном уровне в виде ограниченных частных процессов и задокументировать как временную и логическую последовательность производственных циклов выполнения



Рис. 12. Макроуровень SCOR-модели

заказов, так и оперативные базисные показатели. В таком виде наглядные процессы представляют собой основу для взаимопонимания партнеров и создают возможность для анализа таких факторов, как время и издержки (рис. 13).

SCOR является описательной моделью, которая позволяет предприятию осуществить структурированный вход в проект создания ЛЦ (уровень 1), смоделировать настоящие и будущие ЛЦ на уровне бизнес-процессов и обеспечить сравнение каждого их элемента с данными бенч-маркинга (уровни 2–3), а также подготовить основу для реализации процессов с помощью конкретных ИТ.

К недостаткам SCOR следует отнести прежде всего

- ее ориентированность как объекта моделирования на отдельное предприятие, а не на ЛЦ,
- ограничение моделирования процессов планирования и организации (отсутствие фаз контроля и изменений),
- рассмотрение главным образом лишь транспортно-логистической составляющей ЛЦ (отсутствие процессов конструкторско-технологической подготовки работ и послепроизводственных стадий эксплуатации и сервиса).

Основным недостатком рассмотренных выше средств и методов моделирования процессов является то, что они позволяют лишь формализовать описание бизнес-процессов, но не дают возможности для системного формирования функциональных структур и оптимизации бизнес-процессов. Следует также заметить, что внедрение ИТ на отдельном предприятии и создание новой интегрированной информационной среды над уровнем предприятия связаны с различными проблемами и задачами. Поэтому с учетом всех положительных аспектов концепций ARIS, IDEF, UML и SCOR необходима разработка специальной методологии комплексного моделирования процессов при проектировании информационных систем.

Методология комплексного моделирования бизнес-процессов «КоМПас»

Суть методологии «КоМПас» состоит в формировании комплексной модели производственной системы в виде взаимосвязанных составных частей. Функциональная, организационная и информационная модели составляют *базовую модель (БМ)*, которая для

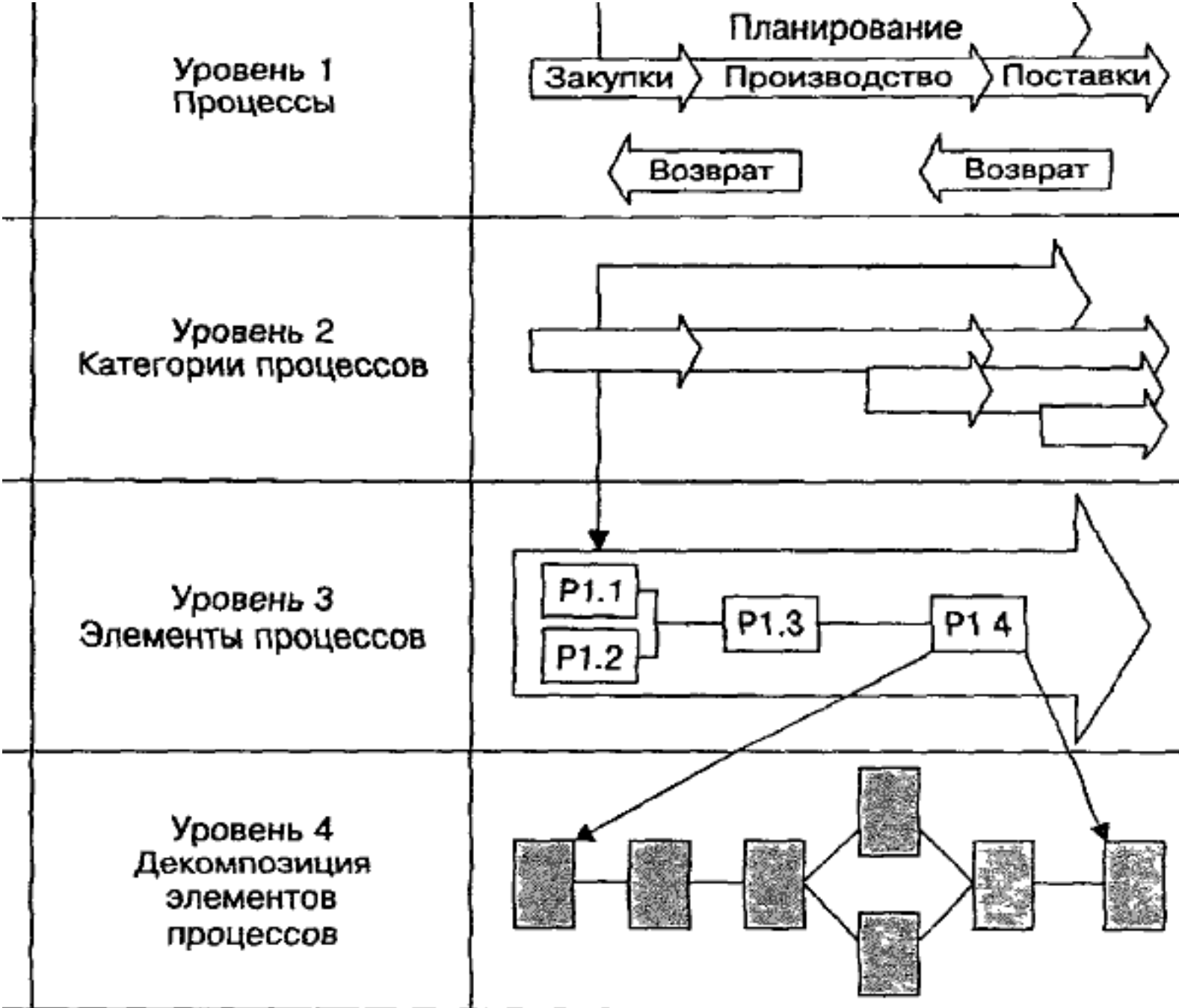


Рис. 13. Уровни представления процессов в SCOR-модели

конкретных целей анализа может быть дополнена другими моделями (регламентная, контроллинга, критериальная) [176, 179].

При этом устанавливаются два принципиальных условия функциональный подход к анализу процессов и иерархический подход к описанию объектов. При разработке БМ авторы исходят из того, что деятельность любого экономического субъекта представляет собой синтез организационно-технологической и информационной сфер. Именно этим обусловлено определение набора моделей для БМ. Действительно, существует некоторый список объективно обусловленных функций (например, закупки, складирование, сбыт в промышленном предприятии), определяющих деятельность производственной системы. Для выполнения этих функций необходимы организационные единицы, которые осуществляют внутренние и внешние информационные коммуникации.

Исходным пунктом для построения модели верхнего уровня (макроуровень, или семантический уровень) являются основные функции исследуемой производственной системы. На основании функциональной модели, которая дает общее представление о моделируемой производственной системе, появляется возможность построения организационной и информационной моделей. Дальнейшее построение БМ заключается в декомпозиции элементов моделей макроуровня. Осуществляется трехуровневая декомпозиция каждой из трех вышеупомянутых моделей, позволяющая выявить элементарные (рабочие) процессы и определить необходимые для их выполнения ресурсы. Логика декомпозиции моделей представлена на рис. 14.

Триада, образующая БМ, является фундаментом построения интегрированной модели. Она позволяет перейти к построению бизнес-модели, в которую входят регламентная модель, модель контроллинга и критериальная модель. Следует особо заметить, что построение этих моделей является возможным лишь после построения БМ. Например можно привести такие виды регламентов, как должностные инструкции и Положения об отделах. На основе данных об информационных потоках, организационных единицах и выполняемых функциях (причем на различных уровнях) появляется возможность составления четких и действенных регламентов.

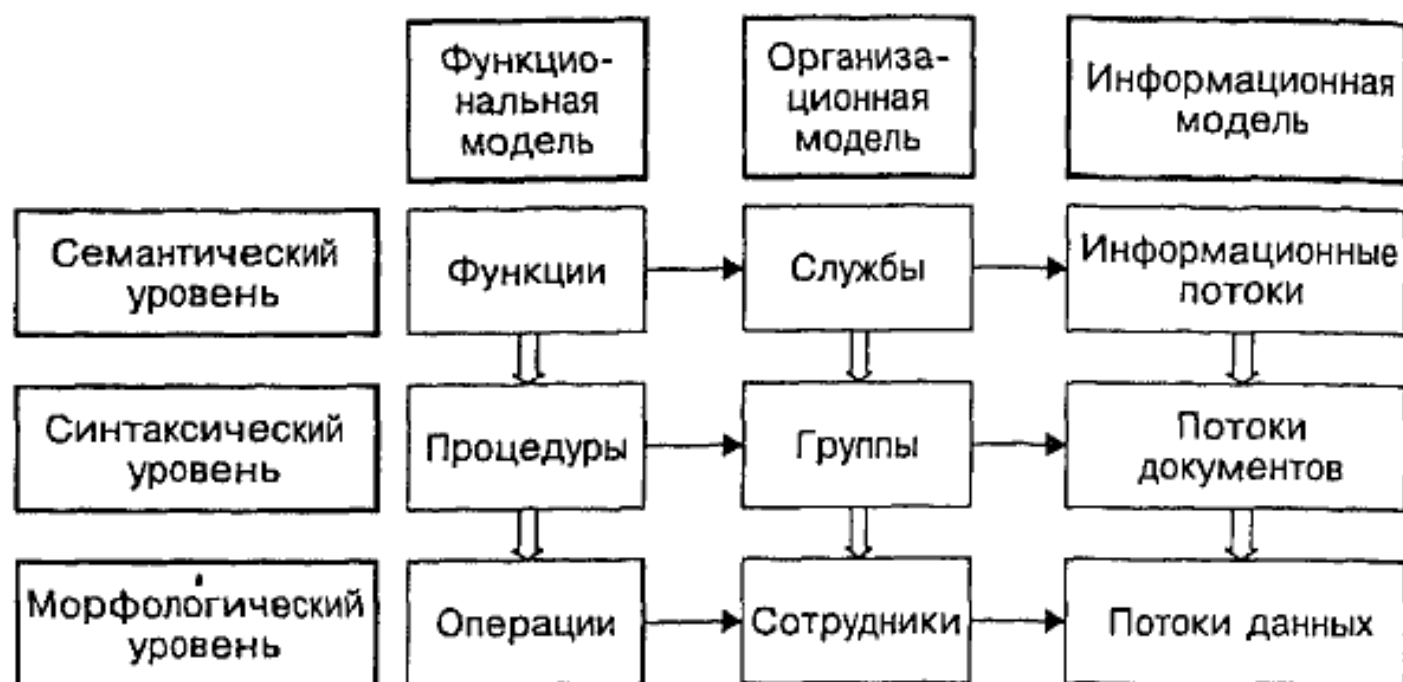


Рис. 14. Схема построения базовой модели

Модели производственных процессов без учета функции затрат являются малоэффективными, в связи с чем в настоящее время все большее внимание уделяется их взаимодействию с процессами контроллинга. Построение чрезвычайно важной модели контроллинга также облегчается использованием данных БМ. По сути, модель мест возникновения затрат (МВЗ) вытекает из организационной модели, совокупность же моделей БМ в сочетании с регламентной моделью позволяет определить виды затрат, носители же затрат берутся из продуктовой программы и сборочных спецификаций. Модель контроллинга также может быть построена на нескольких уровнях иерархии. Критериальную модель возможно построить с учетом различных принципов и с использованием различных критериев, наиболее полно отражающих эффективность функционирования производственной системы. Взаимосвязь моделей и логика построения комплексной модели представлены на рис. 15.

Бизнес-модель предоставляет все необходимые данные для построения математической модели процесса. Совокупность же БМ и бизнес-модели представляет собой комплексную модель. Анализ и описание процессов и функциональных структур с помощью рассмотренных выше шести моделей позволяют в полной мере отразить все характеристики процессов: функции, исполнителей, информационные потоки, регламенты, затраты и критерии эффективности.

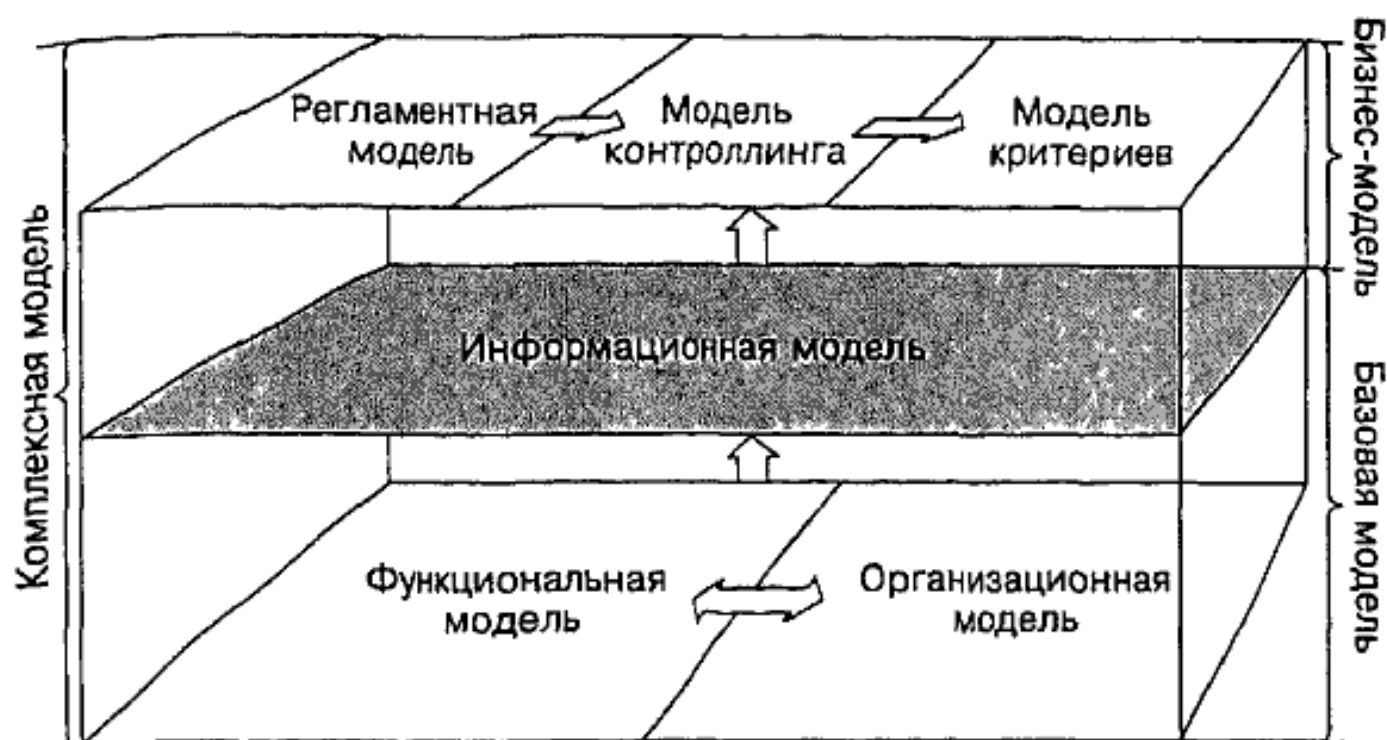


Рис. 15. Структура и логика построения комплексной модели ВП

Помимо применения инструментальных средств моделирования, важной составляющей данного этапа является применение специальных методик, позволяющих вскрыть источники формирования бизнес-процессов, определить их «узкие» места и произвести целенаправленное улучшение (реинжиниринг). С учетом значительной степени сложности и неопределенности в производственно-логистических сетях особое значение приобретают вопросы оценки *устойчивости бизнес-процессов относительно определенных классов возмущений*, а также разработки механизмов перехода на альтернативную траекторию выполнения бизнес-процесса в случае отклонений от планового состояния.

Глава 6. Разработка принципов построения и структуры системы интегрированного планирования и управления

Сущность интегрированного управления

Одним из важнейших условий эффективного ведения бизнеса в условиях современных динамичных рынков является применение принципов интегрированного управления. При этом необходимо рассматривать интегрированное управление как в организационно-управленческом, так и в информационном аспектах. Это

означает, что построение интегрированной системы управления начинается с организационных изменений и создания комплексных моделей планирования и управления ЛЦ. И лишь после синхронизации всех основных бизнес-процессов, разработки стратегии и концептуальных моделей планирования и управления ЛЦ можно приступать к работам по внедрению информационных систем, поддерживающих интегрированное управление ЛЦ.

Необходимость интеграции управления лежит в самой природе ЛЦ как целостной социо-экономической системы, а именно — в теснейших взаимосвязи, взаимовлиянии и взаимообусловленности всех бизнес-процессов, реализуемых в сложных производственно-логистических системах [113] (рис 16)

Для эффективного ведения бизнеса в современных условиях предприятие должно интегрировать управление не только в рамках своих внутренних функциональных областей, но и с функциональными подсистемами партнеров по бизнесу, поставщиков, клиентов и т.д. Суть интегрированного управления в условиях стратегического взаимодействия заключается в согласовании всеми участниками жизненного цикла изделия процессов продаж, производства, закупок, разработки и сервисного обслуживания, ресурсов и показателей (рис 17)

Стратегии интегрированного управления в условиях стратегического взаимодействия

Наиболее распространенными стратегиями интегрированного управления в концепции SCM являются

- CPRF (Collaborative Planning, Replenishment and Forecasting);
- VMI (Vendor-Managed Inventory),
- SCMo (Supply Chain Monitoring),
- DCC (Demand and Capacity Collaboration);
- CSRP (Customer Synchronized Resource Planning),
- EVCM (Extended Value Chain Management);
- ECR (Efficient Consumer Response) и др. [17, 30, 63, 64, 91, 92, 113, 125, 129].

Рассмотрим подробнее некоторые из них (рис. 18)

Данные стратегии кооперации изначально представляли собой информационную интеграцию предприятий с целью синхронизации

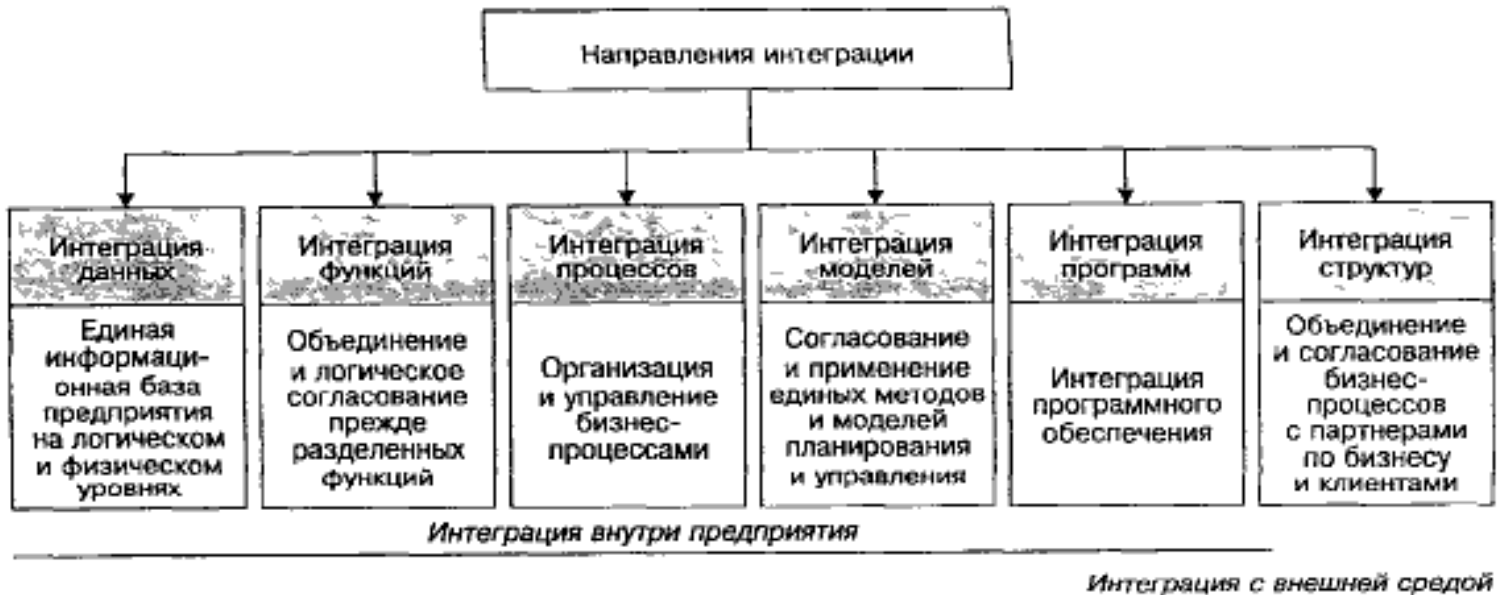


Рис. 16. Основные направления интеграции

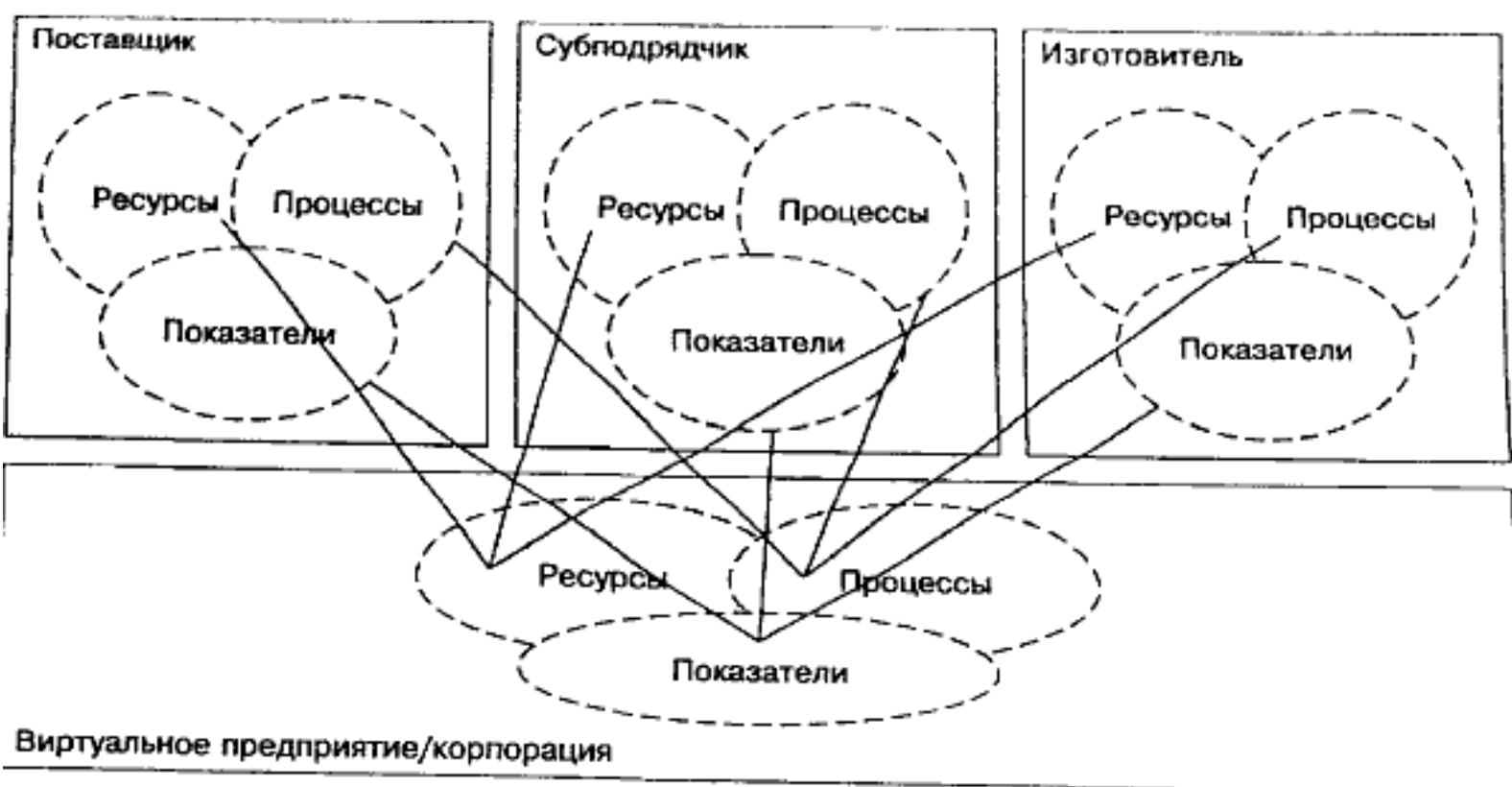


Рис. 17. Элементы интегрированного управления в условиях стратегического взаимодействия

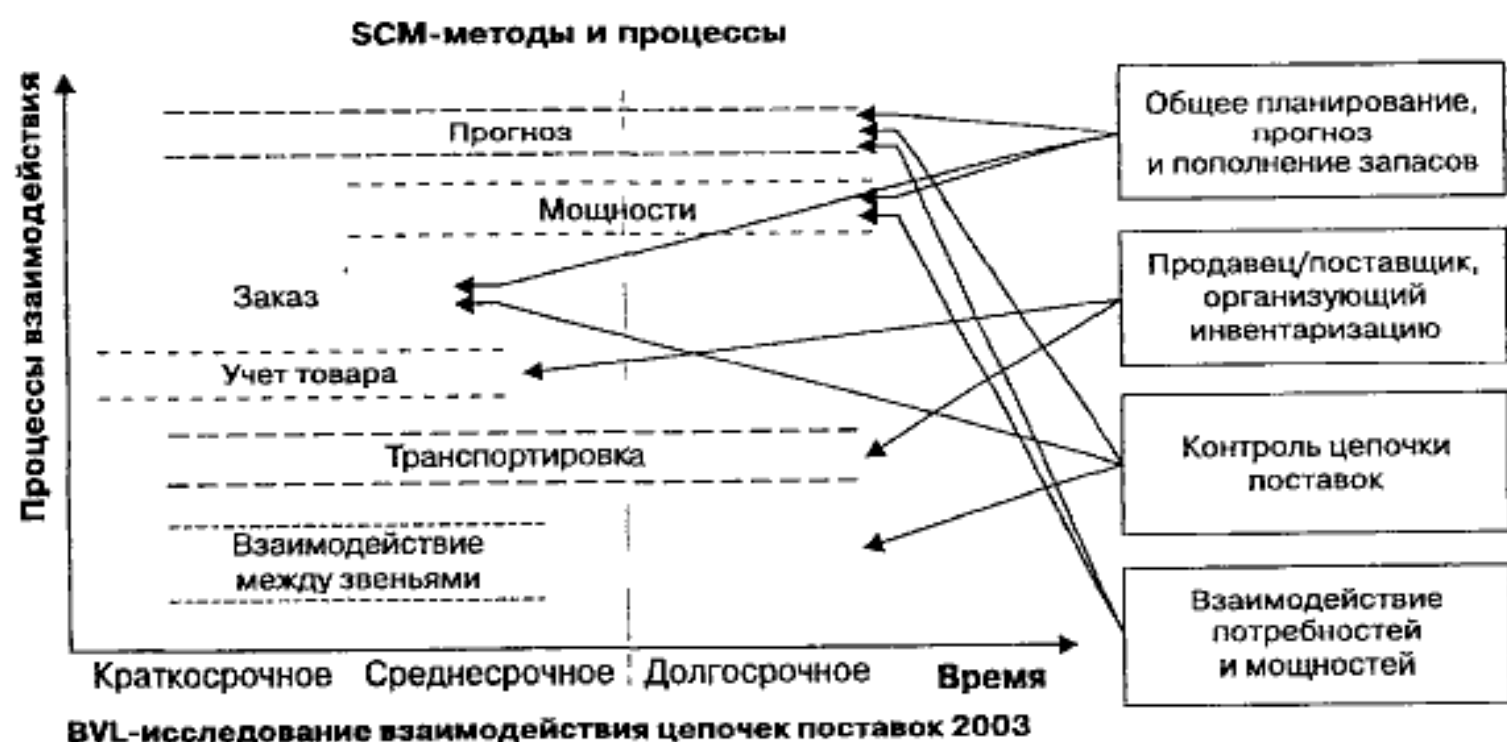


Рис. 18. Стратегии кооперации на базе концепции SCM

и актуализации данных о потребностях и запасах в ЛЦ. Но уже первые проекты показали, что одной информационной интеграции недостаточно — старые бизнес-процессы и модели планирования не были приспособлены для реализации интегрированного информационного пространства. В связи с этим в настоящее время фокус переместился с уровня ИТ в функционально-организационную плоскость.

Кратко опишем сущность нескольких концепций. В концепции **VMI (Vendor-Managed Inventory)** ответственность за пополнение запасов последующего звена ЛЦ переносится на предшествующее звено ЛЦ. В классической системе (Pull-принцип) поставщики получают заказы от клиентов (предприятий-изготовителей). В системе VMI клиенты и поставщики синхронизируют информационные потоки о потребностях и запасах. На основе текущей информации о потребностях и запасах клиента поставщик самостоятельно определяет сроки и количество поставок, то есть использует так называемый принцип выталкивания (Push-принцип). Для достижения эффекта от использования концепции VMI необходимо как внедрение соответствующих ИТ, так и реинжиниринг бизнес-процессов и методов планирования. Отдельно должны рассматриваться вопросы надежности партнеров.

Концепция **ECR (Efficient Consumer Response)** ориентирована прежде всего на оптимизацию каналов дистрибуции и сокращения затрат, не связанных с процессом создания стоимости. Концепция ECR также подразумевает внедрение соответствующих ИТ, реинжиниринг бизнес-процессов и методов планирования (ссылки). Внедрение концепции ECR позволяет добиться снижения запасов в дистрибуционных центрах (до 40 %), улучшения использования транспортных мощностей (до 20 %), сокращения сроков выполнения заказов клиентов и процессных затрат (до 50 %).

Основная идея стратегии **CPFR (Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment)** состоит в улучшении способности удовлетворять растущие потребности покупателей, в развитии которых должно быть заинтересовано каждое звено логистической цепи. При этом CPFR не замещает такие стратегии, как ECR [129, 132], VMI [30, 129, 132] или Quick Response, а лишь использует опыт и знания, полученные благодаря этим концепциям, и расширяет возможности кооперации в будущем. Концепция CPFR появилась в 1995 году

благодаря проекту одного из торговых операторов мегамаркета Wal-Mart компании Warner-Lambert, целью которого было построение цепи взаимодействия продавца и производителя для составления прогноза продаж будущих периодов. Этот проект позволил осуществить снижение размера запасов за две недели, сокращение в два раза времени оборота добавочных заказов, увеличение продаж продукции.

В 1995 году Wal-Mart стал членом CPFR-Комитета, куда также вошли компании Hewlett-Packard, Procter and Gamble, Levi Strauss. Целью комитета стало создание стандартов бизнес-процессов для кооперативного планирования и прогнозирования, объединяющих производителя и продавца. По сравнению с моделью SCOR в процессной модели CPFR представлены практические шаги для реализации кооперации. Суть процессной модели CPFR – объединение всех партнеров с целью тесного сотрудничества, основанного на предоставляемых обеими сторонами ресурсах и информации.

После того как определяются цели и предельные условия кооперации, начинается этап совместного прогнозирования. Прежде всего составляется прогноз продаж исходя из требований общих бизнес-планов. Составляется календарный план важных событий, таких как, например, избыточное или недостаточное число филиалов, маркетинговые акции, внедрение новой продукции, то есть событий, которые могут повлиять на продажу продукции. На этом этапе спланированные процессы и прогнозы переходят в практический бизнес-процесс, и начинается процесс поставок.

До тех пор пока исключительные критерии прогнозов не участвуют в практических бизнес-процессах, потребности в заказах на поставку существуют автономно, при этом в общем временном отрезке эти заказы не могут изменяться. Когда вступают в действие эти исключительные критерии, сотрудники получают информацию от производителя и от покупателя, начинается сотрудничество для решения проблем.

Ключевые достоинства CPFR заключаются:

- в едином для всех партнеров прогнозировании спроса потребителей;
- в координации сотрудничества производителя и продавца от прогноза продаж до решения проблем, возникающих в оперативных бизнес-процессах;

- в динамичном подходе к решению проблемных ситуаций;
- в гарантированных поставках товаров от продавцов и производителей, базирующихся на общем прогнозировании

В P&G решение CPFR становится центральным при взаимодействии с торговыми партнерами. CPFR позволяет им работать с компаниями розничной торговли, обмениваясь с ними своими планами, что дает фирме возможность более тщательно подходить к процессу планирования и к выполнению каждодневных операций. P&G использует систему CPFR компании Syncre Systems. Передача данных по сети защищена с помощью программного обеспечения Cyclone Commerce.

В рамках модернизации ЛЦ крупнейшего производителя товаров для сада и огорода компании Scotts Company, имеющего 10 региональных представительств по всей стране, недавно в Scotts было установлено программное обеспечение компании SAP с целью интеграции свыше 50 унаследованных систем в одну, объединяющую базовые функции, такие как распространение и производство. Компания также интегрировала в систему ERP информацию из внешних пунктов продаж с помощью системы интеграции данных предприятия. За счет упрощения операций и укрепления связей с торговыми партнерами компания сократила суммарный объем запасов на складах в ЛЦ примерно на 30 %. Теперь Scotts готова эффективно использовать эти приложения вместе с системой CPFR компании Manugistics для того, чтобы реализовать интерактивную ЛЦ со своими партнерами.

CPFR достаточно широко используется ведущими поставщиками при организации интерактивных коммуникаций со своими торговыми партнерами. Некоторые компании уже воспользовались этим решением, предусматривающим прямые контакты с партнерами. Технологии, применяющиеся для поддержки движения товаров от производителя через дистрибьютора к розничному магазину, отличаются высокой сложностью и столь же высокой ценой. Такие сети сотрудничества на базе web-технологий могут практически мгновенно выдавать информацию, позволяющую, по мнению экспертов, сэкономить тысячи долларов за счет сокращения избытка товаров. Более того, ЛЦ постепенно движется по направлению к своду открытых стандартов, получившему название Global Commerce

Initiative, который позволит поддерживать взаимодействие между многочисленными поставщиками и торговыми организациями на глобальном уровне, а не в пределах частной ЛЦ.

Несмотря на то что внедрение CPFR имеет многие преимущества, широкое распространение эта система пока получила только у крупных поставщиков потребительских товаров, таких как P&G. Главная проблема CPFR заключается в необходимости синхронизации большого количества данных и, следовательно, особых требованиях к ИТ. Но если со временем они станут глобальными системами синхронизации данных, базирующимися на открытых стандартах, то приобретут исключительную практическую значимость.

С учетом сложности, комплексности производственно-логистических систем эффективность интегрированного управления напрямую связана с использованием соответствующих информационных технологий для автоматизированной обработки, учета и хранения информации, а также для поддержки процессов принятия решений.

Глава 7. Информационные технологии для SCM

Этап разработки концепции информационных технологий является завершающим в построении системы SCM. Создание единого информационного пространства (ЕИП), то есть среды интегрированного планирования и управления всей ЛЦ, координации и коммуникации участников ЛЦ, является важнейшей составляющей концепции SCM.

Разработка концепции ИТ для SCM во многом определяется решениями, принятыми на этапах реинжиниринга бизнес-процессов и разработки модели интегрированного планирования и управления. В связи с этим возможны различные варианты построения системы информационной поддержки SCM. В данном параграфе рассмотрим основные виды ИТ, используемые для управления ЛЦ (табл. 3).

Основными целями использования ИТ для управления ЛЦ являются:

- достижение необходимого уровня информационной открытости (прозрачности) в отношении потребностей, загрузки мощностей и уровня запасов в логистической цепи;

- оперативное прогнозирование спроса, планирование загрузки мощностей и уровня запасов в логистической цепи;
- мониторинг бизнес-процессов и своевременное определение отклонений и нарушений в функционировании ЛЦ

Таблица 3

Эволюция информационной поддержки процессов управления

Объект автоматизации	Вид ИТ	Влияние ИТ
Частные функции	MRP	Локальная автоматизация частных функций управления
Бизнес-процессы	MRP-II	Информационная поддержка целостных функций управления и бизнес-процессов подразделений предприятия
Целое предприятие	ERP	Информационная поддержка целостных контуров управления и создание единой информационной базы предприятия
Сеть предприятий	APS SCM	Информационная интеграция предприятий на основе единого информационного пространства и использования Интернета в деловых процессах; межпроизводственная глобальная интеграция процессов и ресурсов

К основным функциональным областям ЕИП для SCM относятся области планирования (Supply Chain Planning) и оперативного управления (Supply Chain Execution).

MRP-II/ERP-системы

Начало интенсивного развития современных информационных технологий в области управления производством и логистикой связано с созданием интегрированной системы управления предприятием (ИСУП) SAP/R2 на базе стандарта MRP (Material Resource Planning) [63, 69, 113, 124, 165, 176]. С этого момента начался процесс изменения как принципов управления, так и форм организации производства и логистики [69, 113, 162].

На первом этапе велась работа над отслеживанием потребности в готовой продукции, в результате чего, с учетом наличного складского запаса, формировалась календарная программа потребности

в комплектующих изделиях, сырье и материалах, деталях и сборочных единицах. Эта задача была решена в компьютерном варианте в начале 60-х годов и получила название **MRP** (Material Requirements Planning) — планирование потребности в материалах. Ранние компьютерные приложения MRP были построены на основе процессора спецификаций (Bills of Material Processor — BOM), преобразовавшего план производства номенклатурных позиций в план производства и закупки номенклатурных позиций-компонентов. Следующим шагом стала возможность обрабатывать ситуацию с загрузкой производственных мощностей и учитывать ресурсные ограничения производства. Эта технология известна как **CRP** (Capacity Requirements Planning).

Для успешного применения данного стандарта необходимы данные:

- о календарном плане производства — MPS, Master Production Schedule (они также являются исходными для MRP);
- о технологических маршрутах изготовления номенклатурных позиций;
- о рабочих центрах — определенных производственных мощностях, состоящих из нескольких машин и рассматриваемых как одна производственная единица.

Стоит отметить, что запуск CRP возможен только после того, как отработает MRP, так как исходными данными для CRP являются результаты работы MRP в виде плановых заказов по номенклатурным позициям зависимого спроса.

Следующим после MRP-I/CRP шагом стало создание технологии «Замкнутый цикл MRP» (**Closed Loop MRP**). Основная идея данной концепции заключается в создании замкнутого цикла путем налаживания обратных связей и развития всех областей стандарта с учетом календарного плана-графика. Дальнейшее усовершенствование стандарта «Замкнутый цикл MRP» привело к появлению еще одной модификации — **MRP-II (Manufacturing Resource Planning)** для эффективного планирования всех ресурсов предприятия, в том числе финансовых и кадровых. Данная система также способна осуществлять моделирование ситуации с целью ответа на вопрос: что будет, если... MRP-II представляет собой интеграцию различных

модулей, работа которых анализируется системой в целом, что обеспечивает ее гибкость по отношению к внешним факторам. Концепция MRP (впоследствии MRP-II) стала стандартом планирования и управления материальными ресурсами предприятия.

Следующим важным этапом развития ИТ в области управления стало создание систем класса ERP (Enterprise Resource Planing) [37, 45, 113, 124, 130, 165, 176]. Данные системы обеспечивают планирование и управление как материальных, так и финансовых ресурсов предприятия. Важнейшей предпосылкой центральной роли ERP-систем в процессе перехода к новым формам организации производства и логистики явилась возможность создания с помощью этих систем единого информационного пространства на основе набора интегрированных приложений, комплексно поддерживающих все основные аспекты управленческой деятельности предприятий: планирование ресурсов (финансовых, трудовых, материальных) для производства товаров (услуг), оперативное управление выполнением планов (включая снабжение, сбыт, ведение договоров), все виды учета, анализ результатов хозяйственной деятельности.

Содержанием современных ERP-систем в области производства и логистики является идея оптимального планирования доступных ресурсов для изготовления конечных продуктов с учетом загрузки производственных мощностей. Данный процесс происходит на стратегическом, тактическом и оперативном уровнях по схеме «Планирование сбыта и производства — Планирование потребности в материалах (MRP) — Календарное планирование — Управление изготовлением».

Шаги в этой схеме планирования выполняются последовательно друг за другом «сверху вниз» (top-down) на основе заданного времени производственных циклов (плановое время). Потребности и мощности планируются при этом отдельно друг от друга. При планировании потребности в материалах за основу берется нереалистичное предположение, что к любому пункту времени будут в наличии необходимые мощности. В реальности же различные заказы конкурируют за одни и те же ресурсы (оборудование и рабочие места). Тем самым образуются непредвиденные очереди ожидания и увеличение времени производственных циклов за счет неизбежного увеличения введенного планового времени. Кроме того, практически отсутствует учет «узких мест».

Так как процесс планирования осуществляется в режиме пакетной обработки (Batch Modes), он может длиться часами или даже целую смену, что ведет к различиям во вновь сгенерированных планах производства с реальностью. Следовательно, такой вид планирования не является ни средством интеллигентного решения плановых проблем, ни средством поддержки принятия решений и оптимизации. И все же главной проблемой ERP-систем является не планирование как таковое, а необходимость постоянного «перепланирования», что никогда не может привести к приемлемым с точки зрения соответствия времени результатам. Чтобы преодолеть такую ситуацию, на практике в области оперативного управления производством применяются, как правило, эмпирические методы в дополнение со специальными программными средствами.

В ERP-системах появилась возможность реализовать:

- централизацию данных в единой базе;
- близкий к реальному времени режим работы;
- сохранение общей модели управления для предприятий любых отраслей;
- поддержку территориально-распределенных структур;
- работу на широком круге аппаратно-программных платформ и СУБД.

Данные возможности ERP-систем позволили принципиально изменить подходы к управлению и организации производства и логистики.

В ходе своего развития ERP-системы из небольших локальных систем превратились в мощные системы, которые породили надежду на возможность осуществления эффективного планирования и управления в рамках всей производственно-сбытовой системы с точностью до деталей на базе комплексных решений и отработанных алгоритмов. Вскоре эти надежды развеялись в результате того, что произошло насыщение рынка товарами и услугами и спрос стал более дифференцированным, а также уменьшились по времени жизненные циклы продукции. Мощные системы оказались недостаточно гибкими, чтобы адекватно реагировать на колеблющийся спрос, потому что их функциональное содержание изначально было направлено на решение задач планирования и управления производством внутри предприятия.

В связи с этим в настоящее время происходит расширение функциональности традиционных ERP-систем. Основными направлениями новых разработок являются:

- APS-системы (Advanced Planning Systems), предназначенные для оптимизации процессов планирования, в том числе на меж-производственном уровне;
- SCM-системы (Supply Chain Management – управление логистическими цепями).

APS/SCM-системы

APS-системы ставят своей целью осуществление планирования во всей логистической цепи с использованием последних достижений в области информационных технологий [6, 46, 61, 63, 176]. «Расширенное планирование» в этой связи может быть интерпретировано в качестве новой логики планирования, при помощи которой можно преодолеть недостатки традиционных систем планирования и управления производственным предприятием. APS-системы могут использоваться в качестве дополнения к традиционным транзакционным ERP-системам, выступая при этом в роли самостоятельных систем планирования, которые способны устранить недостатки традиционных систем.

В основе APS-систем используется модель логистической цепи, благодаря которой становится возможным осуществлять оперативное планирование потребностей и загрузку мощностей. С помощью процедуры оперативного планирования осуществляется синхронизация процессов планирования в ЛЦ, в результате чего достигаются высокая надежность сроков поставки, точное выполнение производственных заказов, снижение складских запасов, сокращение производственного цикла и оценка результатов планирования (рис. 19).

APS-системы были первоначально предназначены для решения задач внутрифирменного планирования, но очень быстро стало понятно, что их можно успешно применять для динамичных и комплексных логистических цепей. Как правило, APS-системы получают данные из ERP-системы и поэтому применяются совместно с ней. Содержащиеся в ERP-системе основные данные и данные планирования, времени пополнения запасов, информация о производственных мощностях являются отправным пунктом для того, чтобы



Рис. 19. Общая структура систем класса APS и SCM

осуществлять комплексный процесс планирования в логистической цепи. APS-системы не заменяют ERP-системы, а дополняют их функциональность в области оптимизации производственных процессов. Интегрируя данные из ERP-системы, APS-системы фактически образуют новый уровень планирования и управления производством. Примером APS-системы может служить разработка SAP APO (Advanced Planner and Optimizer), использующая, в частности, генетические алгоритмы для оптимизации выполнения производственной программы.

В APS-системах возможен выбор между различными алгоритмами для оптимального решения проблемы планирования. Другой их функциональностью являются возможность построения сценариев и «проигрывание» ситуации по принципу «что было бы, если...» APS-системы направлены на процессную интеграцию с клиентами над уровнем предприятия и содержат модули долго-, средне- и краткосрочного планирования, как показано на рис. 19. В противоположность поэтапному планированию в ERP-системах APS-системы способны оперативно планировать процессы, которые существуют внутри предприятия, с точки зрения нескольких предприятий, составляющих логистическую цепь.

В настоящее время происходит также расширение функциональности самих APS-систем в направлении их интеграции с системами SCM и E-Commerce. Философия планирования, заложенная в программных решениях SCM (Supply Chain Management), заключается в том, что на их основе можно реализовать оперативные процессы планирования в логистической цепи. Осуществляемые на каждой ступени логистической цепи процедуры планирования в приложениях SCM составляют систему планов.

Так как быстрые изменения в ЛЦ требуют внесения оперативных изменений в планы многих участвующих в цепи предприятий, то перепланирование может быть оптимальным только в случае использования эффективных решений в области информационных технологий, но не традиционных информационных систем поддержки заказов.

Планирование и управление в рамках SCM-системы ориентированы на охват различных горизонтов планирования и интеграцию планов по материалам и производственным мощностям. Горизонты

планирования объединяют стратегическое планирование длительностью в один год и оперативное планирование производства и сбыта с длительностью периода планирования, составляющей от недели до нескольких месяцев с точностью до почасового планирования и управления.

Требования к SCM-системам основываются не только на имеющихся очевидных недостатках существующих ERP-систем и осознания необходимости появления нового класса систем для управления в информационном пространстве производственно-логистической сети. Отдельные элементы логистической цепи являются частью комплексной сети, взаимодействующей с различными поставщиками и клиентами.

Информационная инфраструктура производственно-логистических сетей

Как правило, информационная инфраструктура производственных ЛС состоит из самостоятельных информационных subsystemов управления и не координируется централизованно. В связи с этим возникает необходимость обеспечения взаимодействия между различными классами систем, используемых участниками ЛЦ (Interoperability Tools).

Процесс создания комплексной информационной сети с участием поставщиков, производителей, торговых организаций и клиентов является чрезвычайно сложным организационно-техническим процессом и требует тщательной предварительной подготовки в виде четкого описания организации системы кооперации, документирования бизнес-процессов ЛЦ и модели интегрированного планирования и управления ЛЦ. Только при наличии четко сформулированных и документированных правил и процессов взаимодействия предприятий можно приступать к разработке концепции единого информационного пространства.

С технической точки зрения создание единого информационного пространства основано на разработке инструментальных средств обмена разноформатными данными гетерогенных информационных систем различных разработчиков ПО [63, 113]. Для этого существует целый ряд информационных технологий, таких как CORBA, J2EE (Sun), Dot.NET (Microsoft) и т. д., а также специальные форматы

данных, например XML. На их основе формируются специальные информационные среды, обеспечивающие обмен данными между участниками ЛЦ (напрямую между информационными системами предприятий либо через специально разработанную центральную координационную систему). В настоящее время реализуется целый ряд подобных проектов, в частности Athena, Digital Business Ecosystems, Ecolead, OpenFactory. Создание более совершенных ИТ для производственных ЛС создает предпосылки для реализации концепции **Performance Management**, направленной на комплексную информационную поддержку процессов выполнения работ в ЛЦ.

Функциональное содержание информационных систем для SCM отличается от классических задач ERP-систем (табл. 4).

Таблица 4
Отличие систем классов ERP и SCM

Аспект	ERP-система	SCM-система
Философия	Координация деятельности предприятия	Удовлетворение потребностей клиента
Цель	Снижение затрат	Качественное обслуживание и способность быстро реагировать на изменения при максимально возможном уровне прибыли
Принцип	Осуществление транзакций	Предоставление аналитических, интерактивных возможностей
Постановка вопроса	Что есть? Что было?	Что будет? Что будет если?
Область планирования	Производственные процессы и процессы, связанные с управлением запасами внутри предприятия	Процессы, охватывающие деятельность предприятий поставщиков, дистрибьюторов и клиентов
Объект планирования	Предприятие	Логистическая цепь
Направление планирования	Ретроспективное	Перспективное, оперативное

Аспект	ERP-система	SCM-система
Метод планирования	«Сверху-вниз», последовательное	Интегрированное, оперативное (по всей ЛЦ)
Период планирования	Длительный период планирования	Решение задач оперативного планирования (незамедлительная реакция на слабопредсказуемые события)
Интеграция	С системами бухгалтерского учета, управления персоналом и т. д.	Заимствование данных из других систем (ERP и др.)

Функциональное содержание информационных систем для SCM должно быть направлено на то, чтобы следовать динамике развития рынка и поддерживать возможные функциональные и структурные изменения в логистической сети.

При этом необходима реализация следующих основных функций:

- обеспечения информационной открытости (визуализации) в логистической цепи;
- планирования в режиме реального времени.

При помощи систем класса SCM существует возможность нахождения причинно-следственных связей возникающих отклонений от плана и внесения оперативных изменений в существующие планы. При этом обеспечивается высокая скорость внесения соответствующих изменений непосредственно в систему управления, что может послужить ускорению обработки запросов и заказов клиентов. Инструментарий систем класса SCM предусматривают так называемые ограничения («узкие места»). Внезапно возникающие отклонения в логистической цепи, такие как выход из строя машин, выполнение заказов исходя из приоритетности, проблемы с невыходом на работу, не поступающим вовремя материалом и т. д., включаются в процесс планирования. Исходя из обнаруженных «узких мест» делаются соответствующие выводы и корректировки в планах логистической цепи. SCM-системы обеспечивают возможность прогнозирования рыночных изменений посредством визуализации и информационной открытости в логистической цепи, а также возможности быстрого реагирования на возникающие изменения.

При рассмотрении ситуации на рынке существующих SCM-систем можно сделать вывод о том, что рынок является очень разнородным. Он претерпел такие быстрые изменения, что в настоящий момент уже наблюдаются многочисленные случаи слияний, поглощений и случаев стратегического партнерства. Изменения на рынке стали следствием, с одной стороны, многоплановости задач, решаемых в процессе развития систем класса SCM, а с другой стороны, следствием истории развития современных фирм – производителей систем. Существующие на рынке SCM-системы, как правило, состоят из нескольких компонентов, которые поддерживают разнородные задачи управления и предлагают вариативный набор функций, которые раскрываются с различной степенью качества и детализации. При этом возникает проблема: как сравнить разнородные по своему функциональному исполнению решения различных компаний-разработчиков. Решением этой проблемы может стать появление стандартизованной, независимой от производителя референтной модели для широкого круга задач управления SCM-системы. При этом в данном случае речь идет не о применении широко распространенной SCOR-модели. SCOR-модель описывает, то есть стандартизирует операции и основные показатели логистической цепи на различных уровнях описания. Она имеет слабые стороны в отношении описания функциональности программного обеспечения, например, с помощью модели нельзя напрямую идентифицировать процессы, которые находят поддержку в информационных системах управления класса SCM.

Дальнейшее развитие ИТ для SCM связано с интернет-технологиями. Осуществление деловых процессов с помощью интернет-ресурсов получило название электронная коммерция (e-commerce), или электронный бизнес (e-business). Широкое применение данные технологии нашли в области организации интернет-магазинов, которые положили начало тенденции осуществления коммерческих сделок в Интернете. На их основе получила развитие концепция business-to-business (B2B), ставшая своеобразным «мостом», соединившим SCM и Интернет. Именно на основе комбинирования концепций e-business и классических SCM-систем появляется новая концепция E-SCM.

В основу концепции E-SCM положена модель виртуального предприятия. В концепции E-SCM Интернет выступает в качестве сре-

ды коммуникации партнеров в ЛЦ и их информационных систем. К основным элементам E-SCM относятся: e-procurement, e-fulfillment, e-commerce, e-collaboration.

В заключение отметим, что ИТ выполняют роль информационной инфраструктуры, обеспечивающей реализацию бизнес-процессов и моделей планирования и управления ЛЦ. ИТ играют роль катализатора, позволяющего обеспечить принципиально новый уровень кооперационных отношений. С другой стороны, именно состояние развития ИТ во многом определяет решения, принимаемые на этапах организации кооперационных отношений, реинжиниринга бизнес-процессов и разработки моделей интегрированного планирования и управления ЛЦ. Это еще раз подчеркивает тесную взаимосвязь и взаимообусловленность всех этапов организации и управления бизнесом на основе концепции SCM, что вызывает необходимость теоретического системного осмысления комплекса междисциплинарных проблем и выработки единых методологических основ организации и управления сложными кооперационными межфирменными сетевыми структурами.

Построению ИТ-инфраструктуры производственных ЛС должна предшествовать стадия концептуального и математического моделирования бизнес-процессов (см. часть III). При создании комплексных моделей планирования и управления ЛЦ особое значение приобретает фаза постановки и формализации задач управления ЛЦ с системным учетом факторов неопределенности на основе формирования специальной системы показателей. Также здесь важна разработка методов решения задач планирования и управления ЛЦ с учетом их особенностей.

ЧАСТЬ III

Моделирование и оптимизация логистических цепей

Обдумывать надо много раз, принимать решение — однажды.

Публий Сар

Крепость — это не просто множество камней.

А. Сент-Экзюпери

Современные исследования по SCM характеризуются чрезмерной абстрактностью результатов вследствие отсутствия интегрированных формальных методов и моделей, учитывающих специфику сложных распределенных экономических систем. Многие основополагающие понятия моделирования и оптимизации производственно-логистических сетей не получили до сих пор однозначного определения и по-разному трактуются многими авторами, которые, как правило, ограничиваются интуитивным пониманием различных терминов.

Это приводит к отсутствию должного смыслового единства при решении различных задач управления ЛЦ, логической некорректности, неоднозначности понимания результатов работ и сферы применения предлагаемых методик. Разработка теоретических основ управления ЛЦ, наряду с вопросами общего менеджмента, предполагает также:

- выработку единых методологических основ моделирования и оптимизации ЛЦ;
- постановку и формализацию задач управления ЛЦ;
- разработку методов моделирования и оптимизации производственно-логистических сетей с учетом их особенностей.

Именно этот круг проблем определил содержание данной части.

Глава 8. Концептуальная постановка задачи планирования и оперативного управления логистическими цепями

Рассмотрим концептуальную постановку задачи планирования и управления логистическими цепями применительно к производственно-логистическим сетям (ПЛС) [48–51, 113, 142, 152, 175–177, 182]. ПЛС состоит из множества предприятий-изготовителей, поставщиков сырья и материалов, складских терминалов, транспортных фирм, которые обладают определенными функциональными возможностями (*компетенциями*). В каждый момент времени в ПЛС имеется несколько претендентов на каждую из работ. Основными этапами *технологии управления ЛЦ в ПЛС* являются планирование, мониторинг и регулирование (реконфигурирование) (рис. 20).

Задача планирования работ в ПЛС (формирования ЛЦ) состоит в выборе на данном множестве альтернатив наилучшей конфигурации ЛЦ с учетом параметров заказов клиентов (сроки поставок, цены, количество, технология изготовления и т. д.), а также характеристик доступных в данный момент времени компетенций предприятий (производственные мощности, затраты и т. д.). *Задача оперативного управления ЛЦ* состоит в мониторинге бизнес-процессов и их регулировании (реконфигурировании ЛЦ) в случае недопустимых отклонений от плановых состояний при воздействии возмущающих факторов.

Целью мониторинга ЛЦ является отслеживание влияния возмущающих факторов на параметры функционирования ЛЦ, а целью реконфигурирования ЛЦ — компенсирование возникающих отклонений путем структурных, функциональных и других преобразований. Задача мониторинга состоит в как можно более раннем распознавании рискованных ситуаций, которые могут привести к отклонениям в работе ВП, а задачей регулирования — разрешение проблемных ситуаций с помощью определенных управляющих воздействий (рис. 21).

При описании заказов клиентов, помимо традиционных параметров (сроки поставок, цены, количество, технология изготовления и т. д.), с целью учета факторов неопределенности предлагается использовать ряд дополнительных характеристик, определяемых

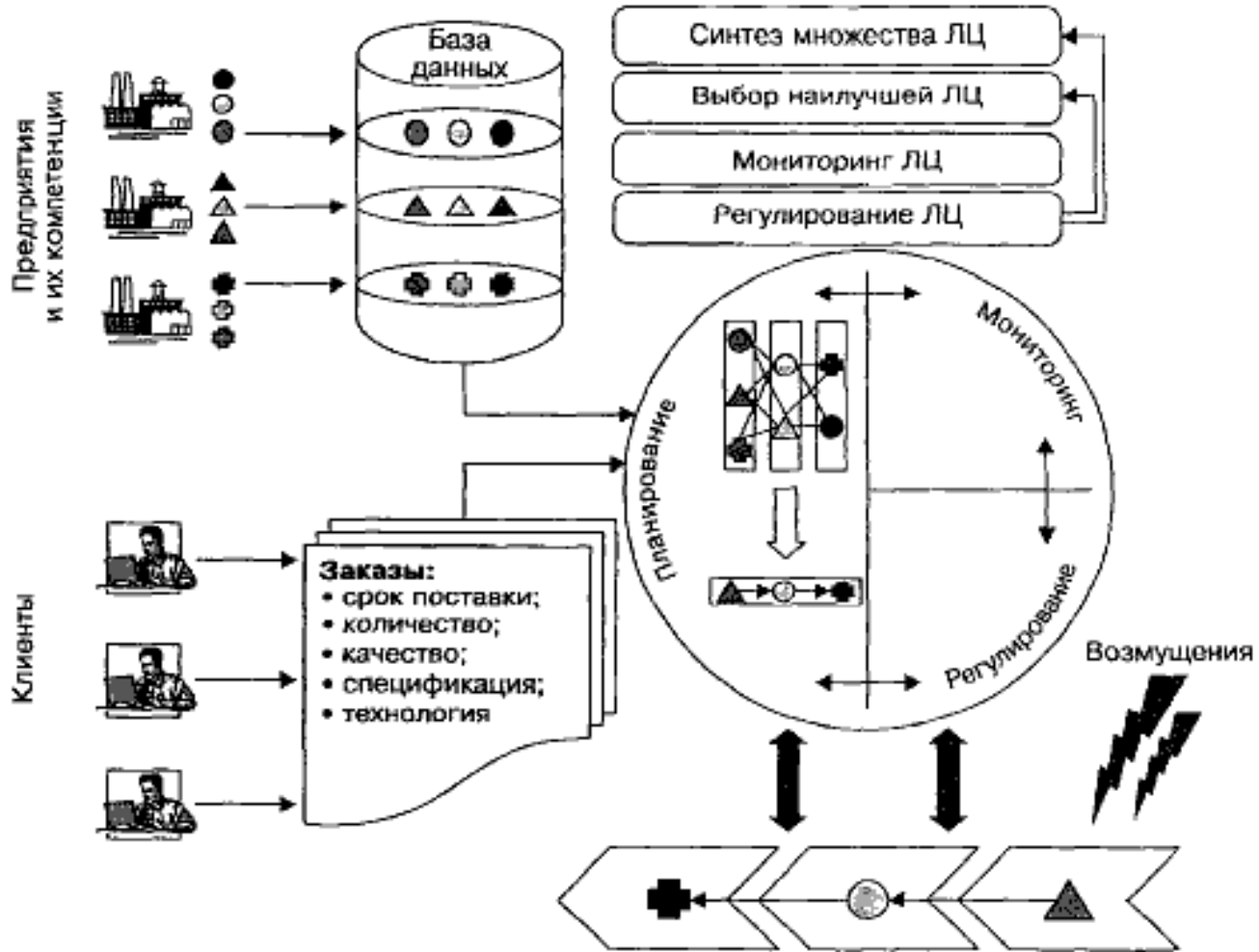


Рис. 20. Концептуальная постановка задачи планирования и управления логистическими цепями в ПЛС

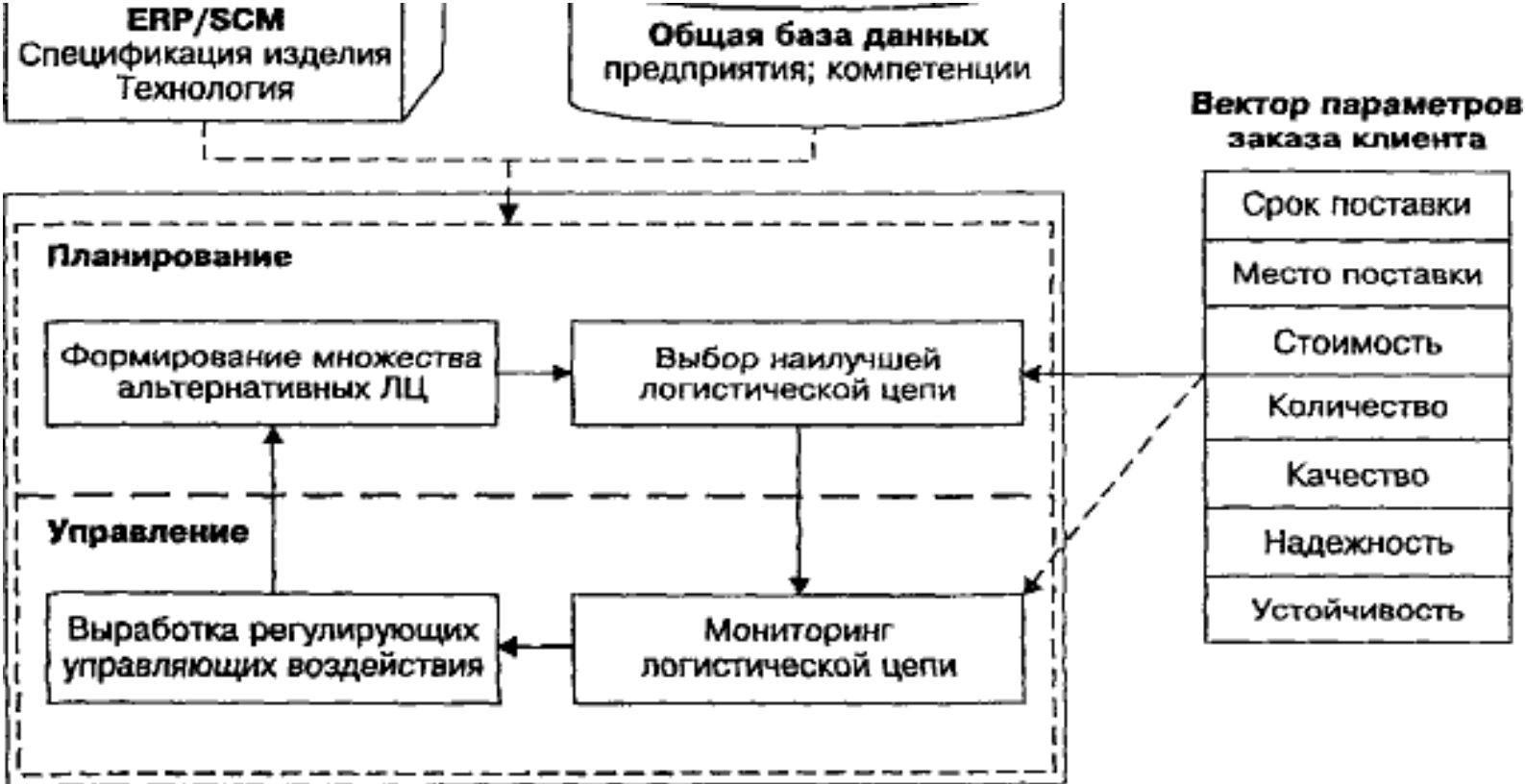


Рис. 21. Концептуальная модель планирования и управления логистическими цепями в ПЛС

менеджером сети, таких как допустимый уровень надежности и запас устойчивости. Для этого при описании характеристик доступных компетенций предприятий, помимо традиционных параметров (производственные мощности, затраты и т. д.), вводится в рассмотрение параметр надежности предприятия, характеризующий риск невыполнения работы на данном элементе ЛЦ (подробный анализ учета факторов неопределенности при планировании и управлении ЛЦ будет представлен в следующем параграфе). На рисунке 22 представлена кибернетическая схема планирования и управления ЛЦ.

Предложенная схема планирования и управления ЛЦ состоит из *пяти основных частей*:

- 1) логистической цепи как объекта управления;
- 2) блока планирования, содержащего соответствующие модели и алгоритмы;
- 3) системы мониторинга;
- 4) задающего вектора параметров;
- 5) блока регулирования.

Данные части взаимосвязаны и образуют *два контура управления*: основной (блоки 2, 3, 1) и дополнительный (блоки 5, 4, 3, 2, 1). Основной контур обеспечивает функционирование ПЛС и отслеживает соответствие фактических значений параметров функционирования ЛЦ $J'(t)$ плановым значениям $J(t)$ так, чтобы отклонение $\delta_j = (J'(t) - J(t))^2$ было минимальным. Дополнительный контур служит для мониторинга выполнения процессов в ЛЦ и выработки регулирующих управляющих воздействий v и v^* в случае отклонений от планового состояния или изменений целевых установок.

Блок планирования содержит специально разработанные для оперативного управления ЛЦ в ВП АСО-алгоритмы, предназначенные для поиска наилучших конфигураций ЛЦ [113, 176]. Его главной задачей является построение ЛЦ в соответствии со значениями вектора параметров.

Основными задачами блока мониторинга являются измерение фактических параметров функционирования ЛЦ и сравнение их с плановыми. В случае отклонения от планового состояния запускается блок регулирования. Таким образом, регулирующие воздействия вырабатываются на основе актуальной информации о текущем

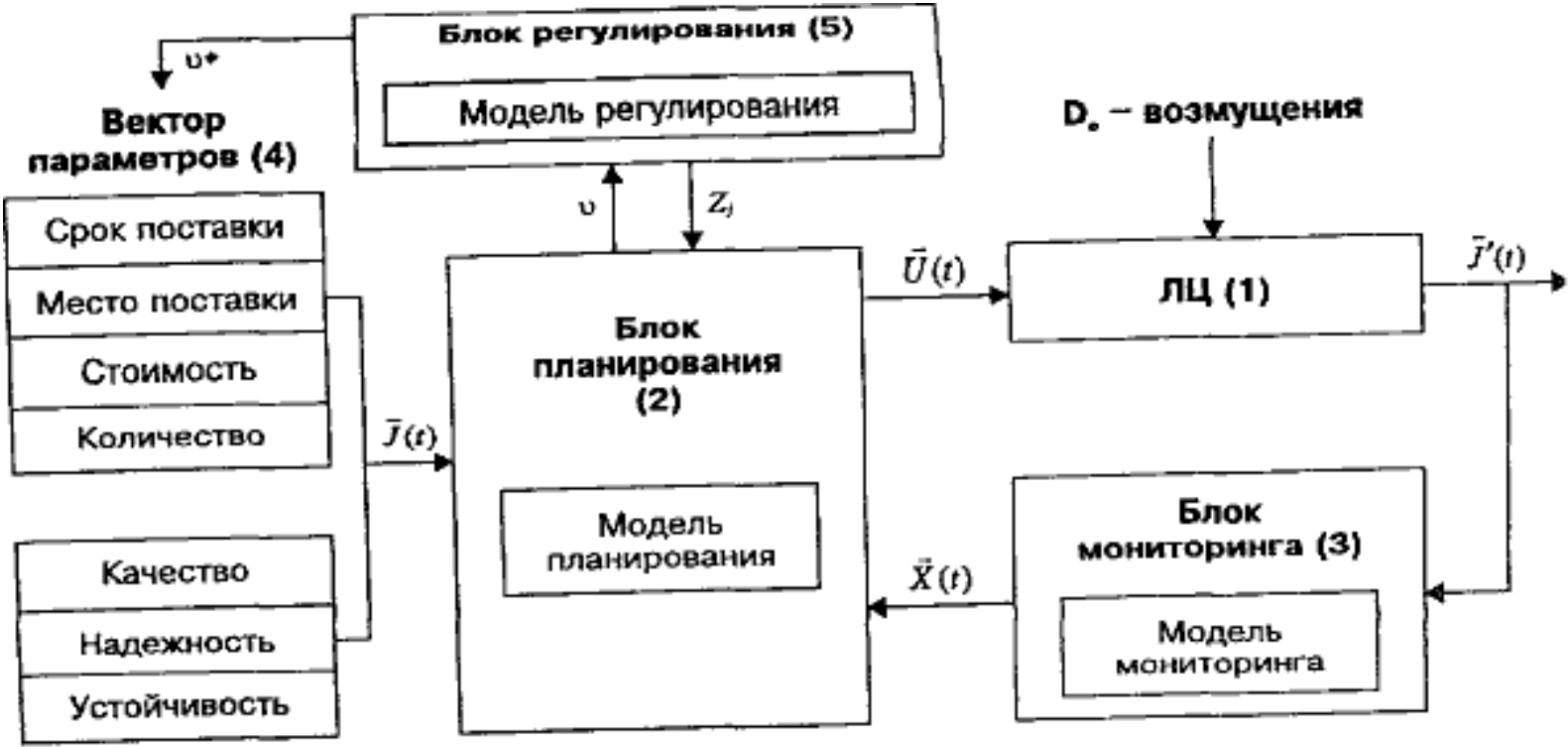


Рис. 22. Кибернетическая модель планирования и управления логистическими цепями в ПЛС

функционировании ЛЦ. Блок регулирования служит для выработки компенсирующих воздействий u и u^* на основе актуальных данных Z . Компенсирующие воздействия (например, изменение структуры ЛЦ, изменение сроков старта и окончания работ, изменение структуры или значений входных параметров, изменение модели или алгоритма планирования) вырабатываются на основе анализа текущей обстановки функционирования ЛЦ. После этого сформированные управляющие воздействия передаются в блок планирования, где осуществляется реконфигурирование ЛЦ. Таким образом, обеспечивается взаимосвязь моделей планирования, мониторинга и реконфигурирования (перепланирования) ЛЦ.

Отличие задачи планирования работ в ПЛС от задач теории расписаний и теории массового обслуживания [1, 24, 76, 109, 112, 122, 150, 152, 162, 203, 223, 225] состоит прежде всего:

- в высоком уровне неопределенности;
- в сочетании централизованного и децентрализованного управления;
- в большом числе неконтролируемых факторов;
- в нежестких, трудно формализуемых целях и ограничениях;
- в изменении свойств ПЛС в процессе принятия решений;
- в активности элементов ПЛС.

В связи с этим возможности использования классических моделей и алгоритмов планирования и управления производством для решения задач моделирования ЛЦ представляются достаточно ограниченными в силу высокой степени жесткости этих моделей, недостаточного учета активности элементов системы и факторов неопределенности.

В последние годы вопросы разработки моделей и алгоритмов планирования и управления ЛЦ приобретают все большее значение [22, 27, 32, 39, 90, 97, 107, 110, 114, 140, 141]. Были разработаны методы, модели и алгоритмы для решения таких задач, как:

- моделирование динамики ЛЦ;
- планирование и управление в ВП;
- гибкое структурирование ЛЦ;
- координация ЛЦ в ВП;

- распределенное динамическое оперативно-календарное планирование ЛЦ;
- взаимодействие информационных ресурсов в ЛЦ.

В этих исследованиях, однако, основное внимание было уделено технико-информационным аспектам функционирования ПЛС. Структурная и функциональная стадии синтеза ЛЦ в ПЛС, а также задачи планирования и управления рассматривались отдельно, на основе различных, методологически не связанных друг с другом методов и моделей. При этом следует отметить, что модели планирования, мониторинга и регулирования ЛЦ являются исключительно *тесно взаимосвязанными*. Кроме того, ЛЦ как сложный объект планирования и управления, как правило, описывается с помощью *нескольких моделей* (статические и динамические, стохастические и детерминированные, аналитические и имитационные и т. д.). Помимо этого, функционирование ЛЦ сопровождается различными *возмущающими воздействиями*. Вследствие этих возмущений, которые могут носить как внешний (объективные изменения внешней среды), так и внутренний (субъективные факторы, например изменение целей предприятия — участника ЛЦ) характер, возникают колебания в ЛЦ, что в совокупности приводит к значительному увеличению степени *сложности и неопределенности* при решении задач планирования и управления ЛЦ.

Вышеупомянутые факторы не позволяют осуществить адекватное описание процессов планирования и управления ЛЦ с помощью моделей одного класса, что вызывает необходимость разработки методологии комплексного моделирования логистических цепей для полимодельного описания ЛЦ. Тенденцией в разработке математических методов и моделей для SCM является разработка фундаментального подхода к решению задач моделирования и управления ЛЦ и ВП. Этот подход должен иметь *междисциплинарный характер*, интегрирующий положения:

- классической теории управления;
- исследования операций;
- теории систем;
- сценарного подхода с концепциями распределенного искусственного интеллекта (мультиагентных систем);

- нечеткой логики и эволюционных эвристических методов [48, 51, 142, 177].

Учитывая тесную взаимосвязь всех этапов технологии управления ЛЦ, необходимо создание единой методологической базы комплексного анализа и моделирования сложных производственно-логистических систем, обеспечивающей согласование моделей планирования и управления ЛЦ, а также адаптацию соответствующих моделей к изменяющимся условиям функционирования ЛЦ в динамике.

В следующих главах данной части рассматривается комплексная постановка задачи оперативного планирования и управления ЛЦ с учетом факторов неопределенности, активности элементов системы и взаимосвязи моделей планирования и управления. Будет показано формирование единой методологической основы разработки и применения необходимых методов, моделей и алгоритмов для анализа, моделирования и оптимизации ЛЦ.

В главе 11 проводится анализ проблемы сложности и неопределенности ЛЦ и предлагается система категорий и показателей, позволяющих учитывать факторы неопределенности на этапах планирования и управления ЛЦ. В главах 12 и 13 рассматриваются методы решения задач планирования и управления ЛЦ и методология построения интегрированных комплексных моделей для SCM и ВП, основными элементами которой являются:

- *мультиагентная система* как концептуальный носитель модели;
- *полимодельные комплексы*;
- *система адаптивного планирования и управления* для связи моделей планирования, мониторинга и регулирования.

Далее в книге будет представлена обобщенная модель планирования и управления логистическими цепями.

Глава 9. Учет факторов неопределенности при моделировании логистических цепей

Логистические цепи являются сложной многоструктурной системой с активными элементами, функционирующей в условиях динамично развивающейся рыночной среды. В связи с этим возникает необходимость расширения моделей планирования и управле-

ния ЛЦ за счет оценивания и мониторинга так называемых возмущающих факторов, а также включения в комплексные модели управления ЛЦ механизмов выработки регулирующих управляющих воздействий.

Для системного анализа задачи планирования и управления ЛЦ с учетом возмущающих факторов необходимо *ввести в рассмотрение определенную систему категорий, терминов, принципов, измерителей* и т. д. Для данного спектра проблем представляется оправданным использование развитого понятийного аппарата, разработанного в теориях систем и управления для изучения *факторов неопределенности, колебаний, надежности, чувствительности и устойчивости сложных систем* [7, 8, 16, 34, 73, 104, 138, 139, 145, 146, 155, 158, 159, 163, 183, 194, 195, 198, 199, 201, 204, 205, 208, 209, 210, 215, 217, 219, 227, 228, 232, 233].

Вместе с тем, как показал анализ экономической литературы, для производственно-экономических систем данные понятия не получили до сих пор однозначного определения и по-разному трактуются многими авторами, которые, как правило, ограничиваются интуитивным пониманием данных терминов. Этим во многом обусловлено отсутствие должного смыслового единства при анализе факторов неопределенности для решения различных задач управления ЛЦ. В связи с этим представляется необходимым предварительное рассмотрение смыслового значения понятий неопределенности, колебаний, надежности, чувствительности и устойчивости применительно к ПЛС.

Существуют различные определения *сложных систем* [16, 100, 163, 232]. Как правило, под сложной системой понимают систему, цели которой противоречивы, сложно формализуемы и для изучения которой требуется совместное использование разнотипных моделей и комбинированных методов, а в ряде случаев методологических и методических основ многих теорий и научных дисциплин и соответствующих междисциплинарных исследований. Сложность (комплексность) ПЛС характеризуется не на основе численности элементов (число элементов сети не влияет на ее сложность), а на основе характера сетевой структуры (сложности структуры сети и взаимодействий ее элементов). Для системы, которая является большой лишь в силу большого числа подсистем, легко разделяе-

мых на элементы, всегда можно составить и решить задачу для каждого отдельного элемента на основе линейных аналитических уравнений независимо от того, как велико число рассматриваемых элементов. Но так как подсистемы (отдельные предприятия) в ПЛС являются зависимыми друг от друга в силу взаимодействий и решение одного участника может повлиять на нескольких участников сети одновременно, то функционирование ПЛС и ее элементов (предприятий) не может быть полностью определено и, соответственно, полно описано линейными аналитическими уравнениями. Описание отдельных элементов ПЛС не составит описания системы как единой целостности. Таким образом, *сложность системы определяется уровнем неопределенности* в ней. В связи с этим возникает необходимость перехода от линейных моделей к полимодельным комплексам, обеспечивающим динамический синтез адекватных рынку бизнес-структур.

Различным системам на каждом из этапов их жизненного цикла присущи различные факторы *неопределенности*. Поэтому не вполне корректно говорить о неопределенности системы вообще. Для обеспечения адекватности анализа ПЛС необходимо классифицировать факторы неопределенности, что позволит обеспечить наиболее полный их учет в различных задачах управления ЛЦ.

Логистические цепи являются сложной многоструктурной системой с активными элементами, функционирующей в условиях динамично развивающейся рыночной среды. Внутренняя активность элементов системы, а также неопределенность внешней среды, неполнота знаний и неопределенность мышления человека вызывают необходимость расширения моделей планирования и управления ЛЦ за счет оценивания и мониторинга так называемых возмущающих факторов, а также включения в комплексные модели управления ЛЦ механизмов выработки регулирующих управляющих воздействий.

Функционирование ЛЦ происходит, как правило, в условиях воздействия различных факторов неопределенности (внутренних, внешних, объективных, субъективных и т. п.) [16, 177, 182, 183, 185, 197, 219] (рис. 23).

Неопределенность среды характеризует ограниченность наших знаний о природе изучаемых объектов. В этих случаях, как правило,

Факторы (источники) неопределенности

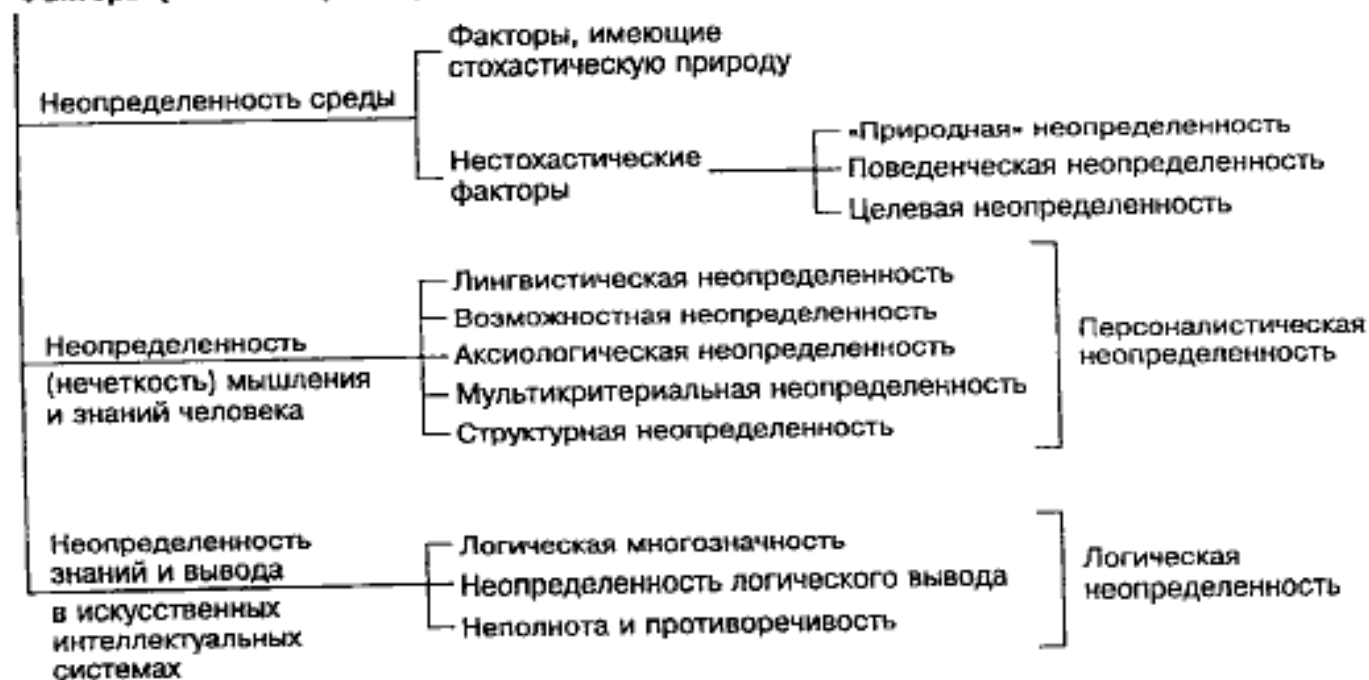


Рис. 23. Обобщенная классификация факторов неопределенности

неизвестные факторы представляют собой обычные объекты изучения теории вероятности. При этом предполагается, что статистические характеристики этих факторов известны или потенциально могут быть получены. Следует отметить, что во многих случаях невозможно математическое описание степени влияния различных факторов на процесс достижения цели, либо же это описание будет сделано с недостаточной степенью точности и достоверности. Это связано с тем, что процессы в ЛЦ, как правило, носят неповторяющийся, нестационарный характер, а также с отсутствием или неполнотой необходимой ретроспективной статистической информации.

Поведенческая неопределенность обусловлена активностью агентов (предприятий) и центра (органа координации ПЛС) и их предпочтениями (интересами). Анализ неопределенности данного вида базируется на мультиагентных системах, игровых моделях, методе нечеткой логики. В данных подходах реализуются принципы управления конфликтами, а также учета «мягких», трудно формализуемых факторов, таких как доверие, репутация и т. д.

Неопределенность целей, иными словами – многокритериальность, связана с невозможностью однозначного формулирования цели и условия соответствующих задач планирования и управления ВП. Для решения многокритериальных задач большой размерности с необходимой скоростью счета в настоящее время широко используются нейронные сети, генетические алгоритмы, АСО-алгоритмы и мультиагентные системы.

Особыми и еще недостаточно изученными являются персоналистическая и логическая неопределенности. Они отражают неопределенность знаний и мышления человека, а также неопределенность знаний и выводов в искусственных интеллектуальных системах (Соколов, Резников, Поляк). Рассмотрение этих факторов неопределенности является чрезвычайно важным, так как они обуславливают возникновение управленческого риска, то есть риска принятия неверного решения.

С точки зрения проблемы *учета риска в моделях ЛЦ*, необходимо кратко остановиться на содержании широко распространенного в отечественной литературе термина «управление риском». Данный термин появился вследствие «слепого» перевода англоязычного термина «Risk Management». При этом следует заметить, что рус-

ское слово «управление» имеет два варианта английского перевода, а именно «management» и «control». Смысловому значению русского термина «управление» в большей степени соответствует английский термин «control». Термин «management» по своему смысловому значению в большей степени соответствует русскому термину «организация». В связи с этим перевод англоязычного термина «Risk Management» как «управление риском» является не вполне корректным. Действительно, управлять можно объектом, функцией, системой и т. д. Риск же по своей природе является явлением, событием, возникновение которого связано с большой степенью неопределенности. Поэтому более корректным представляется формулировать проблему учета факторов неопределенности не как проблему управления рисками, а как проблему организации функционирования системы (сети) с учетом факторов риска.

На основе рассмотренных выше видов неопределенности можно классифицировать возникающие вследствие неопределенности *факторы риска*. Можно выделить следующие классы факторов риска:

- внешние и внутренние;
- постоянные и переменные;
- прямого и косвенного воздействия.

К классу внешних факторов риска относятся, например, такие, как изменения рыночной конъюнктуры, технико-технологические отклонения, форс-мажор и т. д. К внутренним относятся факторы, характеризующие возможность субъективных изменений планов и интересов предприятий в процессе выполнения проекта (реализации плана).

Под постоянными понимаются факторы, присущие любой ЛЦ и одинаковые на различных этапах функционирования логистической цепи (например, риск выхода из строя технологического оборудования). Переменные факторы риска зависят от конкретного заказа клиента и изменяются на различных этапах логистической цепи (например, риск дефицита ресурсов из-за несоответствия информации на момент принятия решения вследствие динамических изменений в ЛЦ). Факторы прямого воздействия непосредственно влияют на функционирование ЛЦ (например, риск срыва поставок, отсутствия необходимой информации, задержка финансовых средств,

уход предприятия из ЛЦ в конкурирующую сеть и т. д.). Факторы косвенного воздействия играют роль фоновых факторов, к числу которых относятся общее состояние экономики, социально-политические, нормативно-правовые факторы и т. д.

В целом проблема *организации функционирования системы (сети) с учетом факторов риска* состоит из идентификации факторов риска и определения опасных ситуаций. Они могут привести к возникновению ситуаций риска, выработки управленческих решений по компенсированию возможных отклонений в функционировании системы вследствие возникновения ситуаций риска, а также разработки системы мониторинга функционирования управляемого объекта (рис. 24).



Рис. 24. Общая схема организации функционирования системы с учетом факторов риска

Проведенный выше анализ факторов неопределенности и риска позволяет комплексно и системно подойти к проблеме выбора необходимых средств и методов учета неопределенности в задачах планирования и управления ЛЦ. Факторы неопределенности необходимо учитывать как на этапе планирования ЛЦ, так и на этапе реализации плана. Это существенно усложняет планирование ра-

бот в ПЛС и повышает требования к гибкости планов и разработке механизмов согласованных действий участников ЛЦ как в штатных, так и в нештатных ситуациях. При формировании моделей планирования и управления ЛЦ необходим комплексный учет факторов неопределенности и риска путем введения соответствующих параметров и характеристик. Ниже рассмотрим понятия надежности, устойчивости и чувствительности применительно к ПЛС как категорий, позволяющих системно решать задачи повышения качества и точности планирования и управления ЛЦ.

Традиционно задача планирования ЛЦ состоит в выборе на множестве альтернатив наилучшей конфигурации ЛЦ с учетом параметров заказов клиентов (сроки поставок, цены, количество и т. д.), а также характеристик доступных в данный момент времени компетенций предприятий (производственные мощности, затраты и т. д.). Для повышения качества и точности планирования представляется целесообразным расширение моделей планирования за счет *учета в них факторов неопределенности*. Этот учет может быть реализован за счет:

- создания определенного «запаса прочности» ЛЦ, то есть выбор ЛЦ с высоким уровнем надежности (возможно, в ущерб некоторым экономическим характеристикам);
- предвидения развития опасных ситуаций и разработки алгоритмов их распознавания и разрешения (например, с использованием ситуационного моделирования, систем Workflow, а также структурной и параметрической адаптации моделей планирования и управления ЛЦ).

Рассмотрим каждый из вышеназванных аспектов.

Создание *запаса прочности ЛЦ* связано, с одной стороны, с выбором в ЛЦ предприятий с максимальным уровнем надежности, а с другой — с включением в алгоритмы планирования различных страховых параметров (буферные интервалы и т. д.). Уровень надежности предприятия характеризует вероятность выполнения планового задания на данном предприятии. Данный показатель включает в себя как технико-технологические характеристики предприятия, так и так называемые нежесткие характеристики (репутация предприятия и т. д.).

Уровень надежности всей ЛЦ определяется как суммарная надежность всех входящих в нее предприятий (традиционно именно так рассматривается надежность применительно к техническим системам). Следует отметить, что надежность является внутренним свойством системы и лишь опосредованно учитывает влияние возмущающих факторов. Надежность в определенном смысле является статическим показателем, субъективно характеризующим запас прочности ЛЦ. При разработке модели планирования ЛЦ необходимо определить экономически обоснованный уровень надежности (например, на основе критерия ALAPA «As low as practicable achievable» [200]). При этом важно помнить, что увеличение надежности, как правило, ведет к ухудшению основных экономических характеристик ЛЦ (время производственного цикла, затраты, уровень запасов и т. д.).

Создание «запаса прочности» ЛЦ связано:

- с выбором в ЛЦ предприятий с максимальным уровнем надежности;
- с включением в алгоритмы планирования различных страховых параметров, например буферных интервалов и т. д. (предлагается использовать понятие надежности алгоритмов планирования, то есть степени точности решения и характера учитываемых параметров и ограничений);
- с формированием множества допустимых управляющих воздействий.

Интуитивно можно предположить, что высокий уровень надежности ЛЦ будет способствовать повышению устойчивости ЛЦ. Ниже рассмотрим понятия *устойчивости* и *чувствительности*. Целью анализа устойчивости и чувствительности является более полный и точный учет факторов неопределенности как на этапе планирования ЛЦ, так и на этапе реализации (в динамике). Использование категорий устойчивости и чувствительности направлено на учет факторов неопределенности в части предвидения развития опасных ситуаций и разработки алгоритмов их распознавания и разрешения (например, с использованием ситуационного моделирования и систем Workflow).

Термины «чувствительность» и «устойчивость» имеют различное значение. Чувствительность характеризует восприимчивость си-

стемы к определенным классам возмущений или управляющих воздействий. Анализ чувствительности позволяет определить степень влияния отдельных видов возмущений и управляющих воздействий на параметры функционирования системы, то есть определить потенциально опасные ситуации на различных стадиях ее жизненного цикла и реакцию ЛЦ на определенные действия координатора ЛЦ и ее участников. Анализ чувствительности ЛЦ должен осуществляться комбинированно с использованием ситуационного моделирования и систем Workflow.

Понятие устойчивости в теории систем играет фундаментальную роль. При синтезе систем обеспечение устойчивости и, более того, заданного запаса устойчивости является первоочередным требованием. Смысл свойства системы, определяемого как *устойчивость*, по существу, одинаков для систем любой природы и любого класса. Этот смысл состоит в том, что реакция системы на ограниченные по величине входные воздействия (как контролируемые, так и неконтролируемые) оказывается также ограниченной [51]. В этом случае говорят, что система устойчива (точнее, устойчива относительно данного класса «возмущающих» входных воздействий). Если же реакция системы оказывается неограниченной, то систему называют неустойчивой.

Опираясь на приведенное понятие устойчивости, можно вести анализ поведения систем на качественном уровне, даже не используя какой-либо формализации. Так говорят об устойчивости (или неустойчивости) живых организмов, популяций, экологических систем, экономических объектов, человека как личности с определенным набором психологических свойств. Если же ставить задачу количественного анализа устойчивости некоторого объекта, то приходится уточнять и формализовывать определение устойчивости. При этом общий смысл этого свойства может быть представлен различными формальными схемами. Так, например, устойчивость динамической системы связывают с характером переходных процессов в ней и характеризуют соответствующими параметрами математической модели процессов. Устойчивость решений системы линейных алгебраических уравнений к малым возмущениям коэффициентов — это иная задача, в которой время не присутствует как фактор поведения системы, и не имеет смысла говорить о пере-

ходных процессах. Соответственно, и определение понятия устойчивости, и формализация будут иными. Если рассматривать циклические итерационные алгоритмы, например, для систем линейных уравнений, то часто приходится исследовать свойство их устойчивости (традиционно говорят «сходимости»), состоящее в способности при увеличении количества итераций «притягиваться» (отклоняться не более чем на заданную ограниченную величину) к искомому решению при определенном поведении ошибок вычислений в процессе счета. В относительно простых, прежде всего линейных системах искомое решение является единственной «точкой притяжения» (аттрактором, от английского *to attract* – «притягивать»). В более сложных нелинейных системах точек притяжения может быть несколько или не быть вообще. В первом случае система устойчива, а выбор аттрактора определяется исходными данными (в частности, начальными условиями). В особых случаях так называемых неравновесных систем невозможно предсказать ни количество аттракторов, ни ход вычислительного процесса, несмотря на его детерминированный характер. Системы, обладающие таким свойством, называются хаотическими и исследуются в нелинейной динамике и теории хаоса.

Приведенный краткий перечень примеров дан для того, чтобы сопоставить с ними особенности понятия устойчивости применительно к ПЛС. Особенностью анализа устойчивости в производственно-логистических системах являются управляющие воздействия, формируемые человеком, а не машиной. Применительно к ПЛС это усугубляется сочетанием *централизованного и децентрализованного управления*, то есть необходимостью сочетания управляющих воздействий координатора ЛЦ и предприятий – участников ЛЦ, интересы которых могут быть различными. Это означает, что в случае выхода ЛЦ из состояния равновесия поиск нового равновесного состояния осуществляется с учетом децентрализованной балансировки интересов всех участников ЛЦ в рамках общих глобальных критериев, задаваемых координатором.

Наличие встроенных в контур управления механизмов, содержащих элементы персоналистической неопределенности (субъективизма), принципиально отличает производственно-логистическую систему от физической (по крайней мере в рамках классической фи-

зической теории). Этим объясняется необходимость некоторого расширения для ПЛС понятия устойчивости. Если в физической системе устойчивость определяется исключительно внутренними характеристиками (параметрами) при некоторых предварительно принятых ограничениях, то в ПЛС именно композиция организационно-технологических параметров и характеристик управляющих блоков определяет свойство устойчивости.

По этой причине *понятие устойчивости ПЛС* может быть определено следующим образом: состояние ПЛС, находящейся в плановом режиме функционирования, устойчиво, если при фиксированном множестве допустимых управляющих воздействий ограниченные и относительно малые по величине возмущающие воздействия приводят к ограниченным и относительно малым изменениям выходных переменных.

Свойство устойчивости оказывается связанным с объемом области возможных управляющих воздействий, расширение которой ведет к повышению устойчивости. Однако при кардинальных изменениях этой области система становится уже другой, приобретает новые свойства и параметры и, следовательно, другие области устойчивости. Подобное изменение системы можно отразить в виде скачкообразного изменения ее траектории в пространстве состояний. Такое поведение исследуется в теории динамических систем с использованием понятия точки бифуркации и соответствующего концептуально иного инструментального аппарата [104, 174]. Отсюда следует, что анализ динамических свойств ЛЦ должен производиться в предварительно определенных границах изменения структурных параметров и выходных переменных, так как на разных участках траектории в пространстве состояний (между точками бифуркаций) ЛЦ в общем случае имеет различные динамические свойства.

Рассмотрим некоторые *другие аспекты анализа устойчивости* в ПЛС. Устойчивость в отличие от надежности имеет выраженный динамический характер и непосредственно связана с факторами неопределенности внешней и внутренней среды. Устойчивость характеризует способность системы возвращаться в исходное (плановое) состояние и (или) оставаться в допустимых границах функционирования при воздействии на нее возмущающих факторов

на определенном интервале времени. Если система не возвращается в допустимые границы функционирования в течение заданного интервала времени, то говорят, что она потеряла устойчивость. При этом важно подчеркнуть, что устойчивость системы всегда определяется по отношению к определенным классам возмущений.

Одним из основных аспектов анализа устойчивости является анализ возникающих *колебаний в ЛЦ*. Как правило, выделяют три основных класса колебаний:

- затухающие (рис. 25);
- циклические;
- хаотические [104].

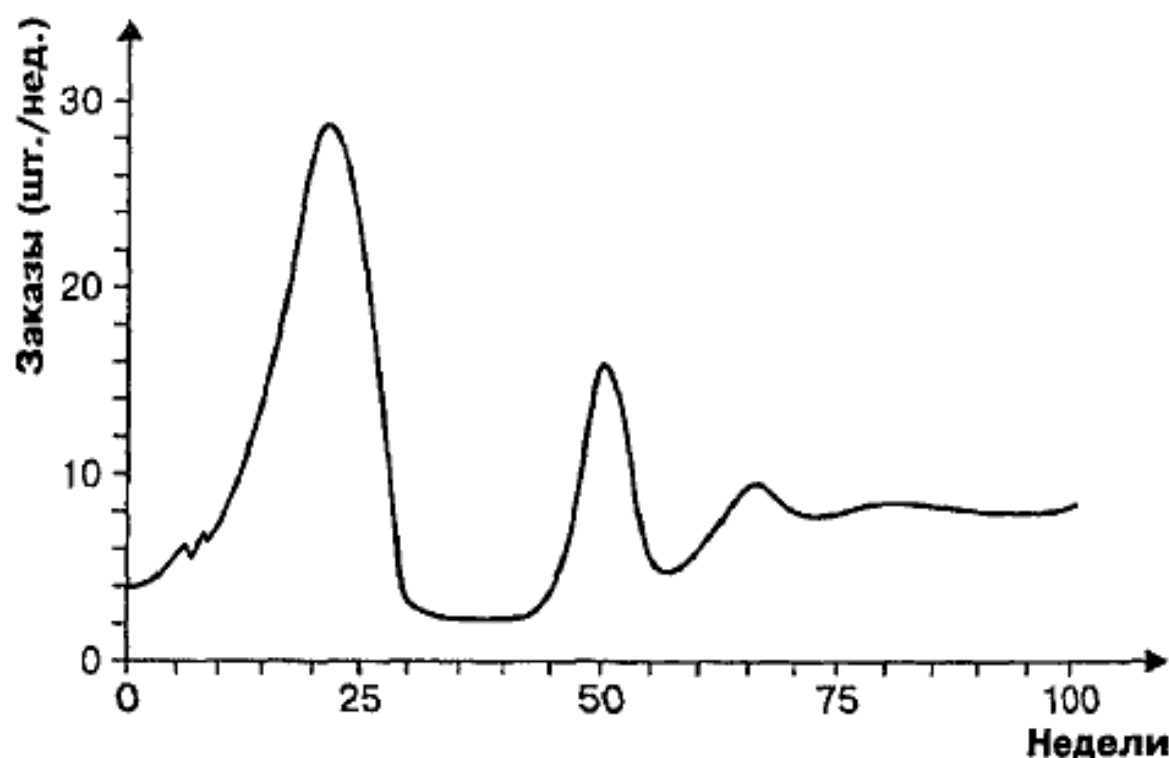


Рис. 25. Затухающие колебания

Если система после возмущающего воздействия проявляет определенное колебание, а затем возвращается в исходное состояние и не колеблется, то говорят о *затухающих колебаниях*. Классическим примером данного вида колебаний является маятник. Применительно к системам, проявляющим подобное поведение, говорят о свойстве локальной устойчивости.

Наряду с локально устойчивыми системами существует также множество систем, равновесное состояние которых является локально неустойчивым, то есть система постоянно отклоняется от точки

равновесия под воздействием даже самых незначительных колебаний. Примером может служить мяч, находящийся на вершине холма. Даже незначительный толчок или дуновение ветра выведут подобную систему из равновесия. Тем не менее система, являющаяся локально неустойчивой, может быть глобально устойчивой, то есть траектории ее движения имеют определенные границы. Мяч, падающий с вершины холма, будет двигаться не в бесконечность, а придет в нижнюю точку у подножия холма.

В отличие от циклических *хаотические колебания* не имеют четко выраженных периодов. Движение хаотических систем не повторяется и описывается множеством различных орбит, формирующихся рядом с «точкой притяжения» (аттрактором). Поведение хаотических систем является чувствительным к начальным условиям и трудно прогнозируемо.

Анализ устойчивости ЛЦ осуществляется на некотором конечном интервале времени, так как воздействие возмущающих факторов и проявление их последствий на функционирование ЛЦ имеет определенные временные лаги. Состояние же ЛЦ на определенный момент времени можно характеризовать с помощью специальной шкалы в терминах нечеткой логики, например стабильное, относительно стабильное, опасное. Примером опасного состояния является ситуация (зона опасности), при которой совокупность внешних и внутренних факторов функционирования ЛЦ такова, что любое малое возмущение может привести к выводу ЛЦ из равновесия.

На взгляд автора, устойчивость может быть рассмотрена как дополнительная категория и индикатор для анализа, моделирования, планирования, оперативного управления и прогнозирования ЛЦ. Привлечение данного аппарата в модели планирования и управления ЛЦ, помимо развития теоретических основ ПЛС, имеет и практическое значение, в частности:

- повышение качества и точности планирования и управления;
- поддержка принятия решений менеджментом на уровнях целеполагания;
- планирование, мониторинг и регулирование ЛЦ;
- комплексный анализ деятельности ЛЦ;
- прогнозирование и выработка стратегических решений.

Комплексный учет факторов неопределенности с использованием понятий надежности, устойчивости и чувствительности позволяет повысить качество моделей планирования и управления ЛЦ за счет более адекватного отображения свойств и параметров внешней и внутренней среды. Кроме того, использование данного аппарата предоставляет дополнительные возможности для анализа и прогнозирования процессов в ПЛС, а также повышения качества выработки управляющих воздействий в условиях неопределенности.

Так, например, при выполнении заказа клиента в соответствии с требуемыми параметрами может возникать необходимость в перепланировании вследствие различных отклонений. Анализ выполнения работ в ЛЦ с использованием рассмотренного выше аппарата может помочь вскрыть причины этих отклонений, провести анализ сделанных управляющих воздействий и их влияния на ЛЦ. Данные анализа могут быть учтены при проектировании последующих ЛЦ (прогнозировании). Подобный анализ может проводиться и в процессе функционирования ЛЦ. На его основе появляются возможности улучшения планов и управляющих воздействий уже по ходу выполнения работ, а также структурной и параметрической адаптации моделей планирования и управления с учетом изменений условий функционирования ЛЦ.

В заключение приведем *основные положения* развиваемого подхода к планированию и оперативному управлению ЛЦ с учетом факторов неопределенности.

1. ЛЦ как сложные многоструктурные системы с активными элементами функционируют в условиях динамично развивающейся рыночной среды. Этим обусловлена значительная внешняя и внутренняя неопределенность. В связи с этим необходим комплексный системный учет факторов неопределенности как в моделях планирования, так и в моделях управления ЛЦ с помощью определенной системы категорий, терминов, принципов, измерителей и т. д. Для этого предлагается использование понятий надежности, устойчивости и чувствительности с учетом особенностей ПЛС. При моделировании ЛЦ с учетом факторов неопределенности целесообразно опираться на развитый понятийный аппарат теорий систем и управления

в сочетании с основными принципами мультиагентных систем, реализующих идеологию децентрализованного взаимодействия активных элементов для достижения общего результата.

2. Учет факторов неопределенности на этапе планирования состоит в формировании ЛЦ с учетом критериев надежности предприятий, надежности алгоритма планирования, формирования множества допустимых управляющих воздействий, анализа чувствительности (восприимчивости) системы к определенным классам возмущений или управляющих воздействий. Учет факторов неопределенности на этапе управления состоит во введении соответствующих параметров в модели мониторинга и регулирования, анализе устойчивости ЛЦ, разработке механизмов адаптации моделей планирования и управления.
3. Предлагаемый подход позволяет существенно расширить аналитические возможности и качество моделей планирования и управления ЛЦ за счет более адекватного отображения свойств и параметров внешней и внутренней среды на основе комплексного учета факторов неопределенности. Кроме того, использование данного аппарата предоставляет дополнительные возможности для анализа и прогнозирования процессов в ПЛС, а также повышения качества выработки управляющих воздействий в условиях неопределенности.

Глава 10. Методы решения задач планирования и управления логистическими цепями

Современные теории систем и управления имеют достаточно проработанную теоретическую базу методов моделирования закрытых систем. В то же время существует ограниченность в возможностях формализации сложных открытых систем с активными элементами. К числу методов моделирования подобных систем следует отнести:

- теорию управления структурной динамикой [99, 100, 217, 232];
- имитационное динамическое моделирование [104, 228], эффективное для решения глобальных проблем и выработки страте-

гических решений, однако трудно интерпретируемое на уровне предприятий;

- ситуационное управление [204] для моделирования ситуаций с активными объектами и успешно реализуемое для задач диспетчеризации.

Следует отметить, что многие методы системного анализа, разработанные для технических систем, не всегда применимы для анализа социально-экономических систем и зачастую могут быть использованы лишь как общие модельные конструкции, помогающие понять основные общесистемные принципы управления в сложных системах.

Ниже рассмотрим ряд современных подходов к моделированию сложных производственно-логистических систем (ПЛС). Эти подходы, основанные на классических концепциях теорий систем и управления, направлены на формирование аппарата, позволяющего моделировать открытые ПЛС с активными элементами с использованием элементов искусственного интеллекта и самоорганизации.

Мультиагентные системы

Одной из наиболее популярных концепций моделирования распределенных децентрализованных ПЛС являются мультиагентные системы (МАС). Существует ряд исследований [2, 26, 33, 35, 48, 51, 59, 81, 95, 108, 123, 142, 180], направленных на применение принципов МАС для решения задач децентрализованного планирования и управления ЛЦ.

Концепция МАС относится к области распределенного *искусственного интеллекта*, наряду с экспертными системами и нейронными сетями [148, 149, 160, 166, 168, 170, 176, 179, 226]. Речь при этом идет об открытых, активных, развивающихся системах, в которых главное внимание уделяется процессу взаимодействия агентов как причине возникновения системы с новыми качествами (концепция возникновения).

Под *агентом* понимается физическая или виртуальная единица, которая может действовать в определенном пространстве, вступая в коммуникацию с другими агентами, обладающая ресурсами и способностями, на основании которых может выполнять различ-

ные задания. Поведение агента определяется его индивидуальными целями с учетом имеющихся ресурсов и зависит от восприятия им окружающей среды, ее представления и коммуникации с ней. Главными свойствами агента являются базовые знания, автономность, адаптивность и рациональность. В техническом аспекте агент — это программный модуль, способный выполнять определенные ему функции.

Различают три основных вида архитектуры агентов:

- реагирующий (reactive);
- консультационный (deliberative);
- гибридный (hybrid).

Агенты первого вида способны реагировать строго определенным образом на конкретные возмущения внешней среды, поэтому предназначены для решения элементарных задач. Агенты консультационного типа могут на основе их знаний воспринимать поступающие возмущения, анализировать их и выбирать способ реакции. Гибридная архитектура представляет собой сочетание первых двух видов.

МАС представляет собой определенную среду (пространство), способную к изменениям и содержащую некоторое количество объектов. В данный момент времени каждому объекту соответствует определенная позиция. Объекты являются пассивными элементами и могут восприниматься, модифицироваться или уничтожаться агентами. Активными элементами системы называется соответственно множество агентов. Существуют разные виды отношений между объектами и операциями, которые выполняют агенты при взаимодействии с пассивными объектами. Множество операторов, которые представляют применение операций и реакцию окружающей среды на это возмущение, называется «системными законами».

В МАС можно выделить три организационных уровня:

- микросоциальный, содержащий среду функционирования небольшого числа агентов;
- групповой, на котором происходят разграничение ролей агентов, возникновение оргструктур и агрегирование агентов для решения конкретных задач;

- уровень «глобального общества», отражающий динамику функционирования большого числа агентов, общую структуру системы и ее развитие.

Проектирование МАС может осуществляться как «сверху вниз», так и «снизу вверх». Организация является результатом действий агентов, которые, в свою очередь, ограничены организационной структурой.

Принципиальными понятиями в МАС являются ситуации взаимодействия и кооперации. Первые представляют собой множество способов поведения, которое возникает при группировании объектов, которые должны выполнить определенные действия для достижения их целей с учетом ограниченности ресурсов и возможностей. Ситуация кооперации возникает в том случае, если при добавлении нового агента существенно изменяется представление группы или если совместные действия агентов способствуют решению или избежанию потенциальных или существующих конфликтов.

В концепции МАС сформулирован динамический подход к понятию «организация». В МАС реализована такая структура отношений между компонентами или индивидуумами, которая производит новую единицу или систему, обладающую свойствами, не присутствующими на уровне компонент/индивидуум. Принципиальными являются два аспекта. Во-первых, организация в МАС поддерживает отношения между агентами и в то же время обуславливает, выявляет эти отношения. Во-вторых, понятие «организация» включает в себя как процесс создания структуры, так и результат этого процесса. Именно этот второй аспект характеризует организацию как динамическое образование. Такой подход позволяет лучше понять сущность механизмов управления процессами в ВП.

МАС обладает множеством *свойств*, которые могут быть использованы для решения задач управления производством и логистикой в ПЛС (рис. 26).

Однако следует отметить, что в большинстве работ МАС рассматриваются с позиций компьютерного моделирования, а не с общесистемных методологических позиций. Кроме того, практически неисследованными остаются вопросы комбинирования концепции интеллектуальных агентов с другими методами.

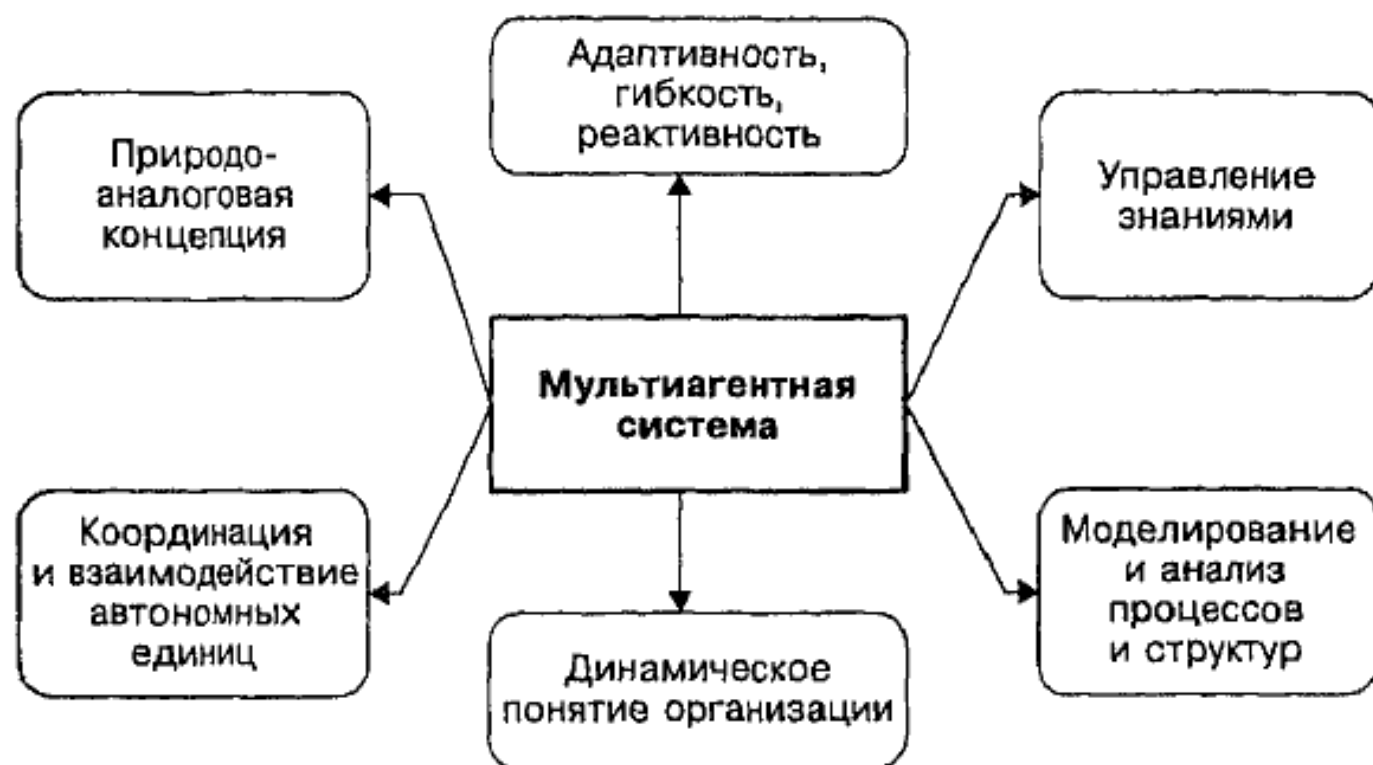


Рис. 26. Основные свойства МАС

Генетические алгоритмы и метод АСО (Ant Colony Optimization)

Среди эвристических алгоритмов [112, 150, 231] оптимизации процессов в ПЛС наибольший интерес представляют генетические алгоритмы [58, 82, 86, 89, 148] и метод АСО (Ant Colony Optimization) [9, 25, 31, 96, 113, 176].

Под эвристическими методами обычно понимают методы принятия решений, основанные на совокупности интуиции и опыте в решении подобных задач. Основными свойствами эвристических методов являются следующие: отсутствие формализованного представления сложных процессов, возможность работы при непостоянной структуре системы и снижение времени вычисления за счет сокращения пространства поиска решений.

В генетических алгоритмах (ГА) за основу берутся биологические процессы эволюции (рис. 27).

Посредством установления величины популяции производится отбор индивидуумов начальной популяции. Затем начинается последовательный (итерационный) процесс воспроизводства нового индивидуума из поколения родителей посредством процесса рекомбинации наследственных признаков в соответствии с законами эволюции. Сначала отбираются два родителя в соответствии

с их физическим состоянием, так называемой фитнес-функцией (готовностью к рекомбинации). Затем наследственные признаки (хромосомы) родителей при процессе скрещивания передаются потомкам. Так как процесс рекомбинации внутри одной популяции может стать причиной длительного процесса эволюции, то сам этот процесс может координироваться путем мутации наследственных признаков (генов). Физическое состояние индивидуума в дальнейшем определяет его нахождение в данной популяции.

Рассмотрим основные фазы ГА решения задач оперативно-календарного планирования.

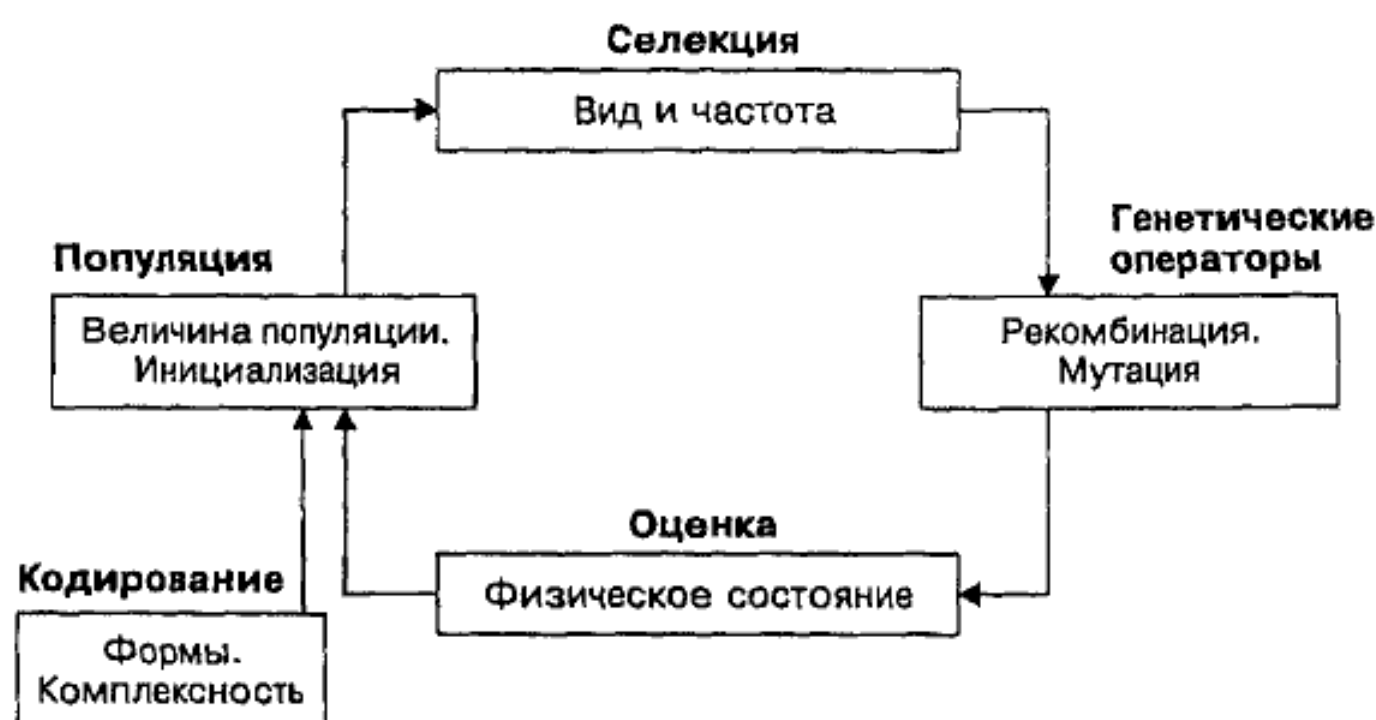


Рис. 27. Основной принцип работы генетических алгоритмов

Кодирование. Оно направлено на исключение недействительных вариантов планов, определение наиболее удобного механизма поиска и сокращения затрат на декодирование календарного плана. В генетике под хромосомой понимается нитеобразная макромолекула внутри клеточного ядра, которая является носителем наследственных признаков или генов. Под геном понимается наследственная единица (элемент, единство), некое вещество на молекулярном уровне, отвечающее за наследство и определяющее отличительные особенности, которые выражаются в форме проявления (фенотип) наследственности (генотип). Ген узнаваем посредством существования альтернативных форм (аллелей) для этой отличительной особенности [112].

Ген является местом одной машины, которая располагается в соответствии с производственным процессом. Количество запланированных на этом месте рабочих операций называется аллелями этого гена. Все машинные места, на которых происходят рабочие операции, обозначаются как хромосомы. Каждый ген содержит номер производственного заказа. Каждый номер упоминается так часто, как часто производственный заказ имеет рабочие операции.

Это кодирование осуществляется в противоположность кодированию, которое отражает только рабочие операции, что служит появлению недействительных вариантов из-за нарушения последовательности технологических связей/отношений посредством обмена аллелями. Принимается во внимание то, что различные генотипы могут привести к одинаковым фенотипам, то есть несмотря на то, что хромосомы являются абсолютно разными, они могут производить одинаковый план производства. Каждому генотипу присваивается вес, так называемая функция памяти. Если вес/значение обоих генотипов одинаковый, то одно решение отклоняется. Таким образом, исключается существование двух хромосом с одинаковыми фенотипами. Это способствует ускорению работы генетического алгоритма.

Популяция. При создании популяции учитываются четыре аспекта: величина, структура, схема замещения и начальная популяция.

При выборе величины популяции существует проблема согласования между сходимостью при получении субоптимальных решений при небольших величинах и высокой вычислительной способностью при больших популяциях. Эмпирические исследования показывают, что величина популяции должна находиться в интервале от 20 до 200. Надежных теоретических подтверждений до сих пор не существует. Структура популяции на основе присущей ей параллельности является разнообразной. Самой простой возможностью считается разбитие популяции на несколько подпопуляций, которые не допускают обмен их индивидов. При этой модели сужается поле решений. Если допускается переход индивидов к другим субпопуляциям, тогда речь идет о миграционной модели. Формирование миграционных путей и отношений соседства определяет сложность этой модели. В проекте допускается существование только одной популяции.

Селекция. Процесс селекции является первым оператором в эволюционном процессе. Он определяет, какие родители принимают участие в процессе рекомбинации наследственных клеток. Причем посредством исследований необходимо различать, с одной стороны, уже найденную область решений о предпочтительном выборе лучшего индивида (эксплуатация, разработка), а с другой стороны, исследование новых областей. ГА направлен на обеспечение баланса между этими двумя аспектами.

Генетические операторы. Все генетические операторы рассматривают процессы скрещивания и мутации. Скрещивание (часто также называется рекомбинация) означает способ, при котором наследственная единица двух родителей переносится к потомку. Принципиально различают два типа операторов: *n*-Point-операторы и Uniform-операторы. В *n*-Point-операторах устанавливается *n* позиций на хромосоме. Далее осуществляется чередующаяся передача гена потомку. Выступающие генные конфликты при передаче устраняются. В Uniform-операторе таким же образом маркируется количество генов. Эти гены затем передаются на ту же позицию потомку. Остальные свободные гены затем занимают неконфликтно генами второго родителя. В дальнейшем объясняется механизм действия трех операторов скрещивания.

Оценка (фитнес-функция). Расчет фитнес-функции заключается в трансформации генотипа в фенотип с последующим расчетом значения целевой функции из фенотипа. При декодировании генотипа происходит «чтение» хромосомы в соответствии с принципом кодирования. Работы переносятся на диаграмму Ганта к наиболее раннему сроку. После того как все работы перенесены на диаграмму Ганта, рассчитываются целевые критерии и фитнес-функция. В данном разделе рассмотрены лишь общие положения ГА. Более подробная информация содержится в других работах [58, 82, 86, 89, 148].

Эффективность применения *генетических алгоритмов* с использованием принципа множественных хромосом для решения задач моделирования сети компетенц-единиц была доказана в ряде проектов. Их существенным недостатком является, однако, длительное время вычисления при увеличении числа ограничений. В настоящее время исследуется, как индивиды могут распределяться в ин-

формационных системах, чтобы расчеты производились децентрализованно для каждого индивида.

Метод АСО эффективно используется в настоящее время в задачах планирования маршрутов и расписаний в телекоммуникациях, что позволяет относить его к наиболее перспективным методам в области моделирования сложных производственных систем/сетей [9, 25, 113, 176]. Он использует поведение муравьев как существ, коммуницирующих друг с другом для координации своей деятельности. Они в состоянии найти *кратчайший путь* от «гнезда» до источника питания за *минимальное время*.

Муравей, находящийся на вершине, решает, куда ему двигаться дальше. В качестве весов ребер используются значения феромонов (вещества, которые оставляют муравьи на своем пути; определяют вероятность выбора муравьем пути) и эвристические значения. Оба значения зависят от времени. В дальнейшем происходит обновление колеи феромонов. При этом используется значение феромонов, которое оставил на своем пути «лучший» (нашедший наилучший путь) агент на обратном пути к «гнезду» [176].

Fuzzy-логика (метод нечетких множеств)

Одной из особенностей моделирования и оптимизации ЛЦ является учет факторов, количественное описание которых либо существенно затруднено, либо нецелесообразно, например факторов репутации фирм, степени срочности заказов и т. д. Для решения данной проблемы можно использовать Fuzzy-метод [156, 172, 176].

Он основан на принципе, что многие явления объективной реальности могут быть классифицированы с использованием особой шкалы свойств, а не на основе каких-то физических значений. Применение данного метода можно разбить на несколько этапов:

- определение основной структуры системы;
- соотнесение с ней производственных данных;
- разработка концепции Fuzzy-модели;
- описание ее в Fuzzy-терминах.

При разработке концепции Fuzzy-модели определяются основные характеристики исследуемого объекта, подлежащие сравнению

и оценке. Затем происходит описание данной модели с помощью Fuzzy-терминов, в которых используются лингвистические переменные. Взаимосочетание шкал значений различных характеристик устанавливается на основе определенных «правил регулирования», основанных на принципе «если $x = a$ и $y = b$, то $z = (a; b)$ ». Далее возможные сочетания различных характеристик устанавливаются в специальной матрице. Рассмотрим небольшой пример применения данного подхода.

Заказ клиента может быть описан несколькими лингвистическими переменными, представляющими их возможные значения, например «средний», «важный», «низкий». Далее следует построить структуру процесса принятия решения [176].

Зависимость количественных значений элементов процесса принятия решения и их «нечетких» характеристик определяется функциями принадлежности. В данной функции количественным значениям параметров соответствуют «нечеткие» характеристики. Значение функции принадлежности обозначается как «степень принадлежности» и лежит в интервале от 0 до 1.

Нелинейные динамические системы

К методам моделирования и оптимизации ЛЦ на основе нелинейных динамических систем следует отнести теорию системной динамики, развиваемую применительно к ЛЦ в работе Д. А. Поспелова [204]. В ряд исследований по системному анализу открытых экономических систем с активными элементами следует отнести также работы, связанные с синергетической экономикой [173, 174], в которых делается попытка переосмысления экономических процессов как линейных и рассматриваются возможности их изучения с позиций теории бифуркаций и катастроф как нелинейных динамических процессов. Следует, однако, отметить, что основные положения теории динамических систем, разработанные для описания динамики технических объектов, могут быть корректно использованы применительно к ПЛС лишь в части понятийного аппарата. При этом использование формального аппарата этой теории должно быть предметом специального изучения.

Современной тенденцией в развитии теоретических основ ПЛС является создание методологии комплексного моделирования за-

дачи планирования и управления ЛЦ. Под комплексностью в данном случае понимается то, что используемые методы моделирования должны быть адекватными особенностям ПЛС, то есть учитывать структурную динамику системы, требования к сочетанию централизованного и децентрализованного управления, активность элементов системы, внешнюю и внутреннюю неопределенность и т. д. Наличие подобных свойств предъявляет особые требования к качественному уровню планирования и управления, характеру решаемых при этом проблем, а также методам их решения. В литературе [15, 17, 48, 51, 142, 175] подчеркивается, что разработка подобного комплексного подхода к моделированию ЛЦ должна основываться на сочетании различных дисциплин, таких как теории систем и управление, исследование операций, мультиагентные системы, нечеткая логика и т. д. Авторами данной работы были разработаны основные принципы подобного комплексного подхода к моделированию ЛЦ [48, 51, 142]. Ниже кратко рассмотрим эти принципы, а также обобщенную постановку задачи планирования и управления ЛЦ.

Глава 11. Методология комплексного моделирования логистических цепей

Комплексное моделирование логистических цепей: основные положения

Отличие задачи планирования и управления в ПЛС от классических задач теории управления и расписаний состоит прежде всего в высоком уровне неопределенности, сочетании централизованного и децентрализованного управления, большом числе неконтролируемых факторов, нежестких трудно формализуемых целях и ограничениях, изменении свойств ПЛС в процессе принятия решений, активности элементов ПЛС. В связи с этим возможности использования классических моделей и алгоритмов планирования и управления производством для решения задач моделирования ЛЦ представляются достаточно ограниченными в силу высокой степени жесткости этих моделей, недостаточного учета активности элементов системы и факторов неопределенности.

В данном параграфе рассматривается методология построения интегрированных комплексных моделей для SCM и ВП, основными элементами которой являются:

- *мультиагентная система как концептуальный носитель модели*, предназначенная для концептуального, математического и имитационного моделирования на основе интеллектуальных агентов;
- *полиmodelьные комплексы*, позволяющие осуществлять постановку, решение и получение результатов расчетов на различных классах моделей с помощью теории категорий и функторов;
- *система адаптивного планирования и управления* для связи моделей планирования, мониторинга и регулирования.

Мультиагентная система как концептуальный носитель модели

Сложность и неопределенность ЛЦ во многом обусловлены взаимодействием активных элементов (предприятий) сети. В связи с этим представляется целесообразным привлечение аппарата мультиагентных систем в качестве идеологии концептуального, математического и имитационного моделирования ПЛС на основе интеллектуальных агентов. МАС обладает множеством свойств, которые могут быть использованы для решения задач управления производством и логистикой в ПЛС. Однако следует отметить, что в большинстве работ МАС рассматриваются с позиций компьютерного моделирования, а не с общесистемных методологических позиций.

При подходе, развиваемом в данной работе, предлагается рассматривать агентов не только с позиций компьютерного моделирования, но и с общесистемных методологических позиций в качестве *концептуальных носителей модели*. Это означает, что агенты являются не только средством реализации программного обеспечения, но и выступают в роли элементов концептуального и математического моделирования, что позволяет создать единую методологическую основу анализа и моделирования открытых экономических систем с активными элементами.

МАС в подобной постановке состоит из трех основных уровней:

- концептуальное моделирование в терминах МАС;
- математическое моделирование на основе комбинирования МАС и классических теорий;
- МАС как программный модуль имитационного моделирования ПЛС.

Агент определяется целым рядом характеристик, к основным из которых относятся:

- атрибуты текущего состояния агента (информация о его компетенциях и параметрах выполнения процесса, например текущий уровень запасов, доступных ресурсов и т. д.);
- база знаний агента;
- множество входящих и исходящих сообщений (коммуникации с другими агентами);
- функция выбора, определяющая приоритетность входящих сообщений на основе базы знаний, текущего состояния и приоритетов (целей) агента.

Рассмотрим общую схему управления заказами клиентов с помощью МАС (функции агентов построены по аналогии с работами [35, 108]). Она состоит из агентов управления заказами (отвечают за выполнение заказа начиная от его приема и до окончания работ), агентов управления процессами (отвечают за реализацию отдельных процессов для выполнения заказов) и агентов управления предприятиями (представляют отдельные предприятия в общей виртуальной структуре и отвечают за выполнение на них определенных технологических операций) (рис. 28).

Поступившую от клиента заявку принимает один из агентов управления заказами (1). Он идентифицирует данный заказ на основе сопоставления его параметров с одним из имеющихся в базе кодов заказа и передает данный код агентам управления процессами (2). На основе комплексных моделей процессов и сценариев агенты управления процессами определяют функциональную структуру процесса выполнения заказа (структуру ЛЦ) и передают ее агенту управления заказом (3), который сохраняет данную структуру и передает ее дальше агентам управления предприятиями (4).

Каждый из агентов управления предприятиями предлагает свои возможности для выполнения определенных технологических опе-

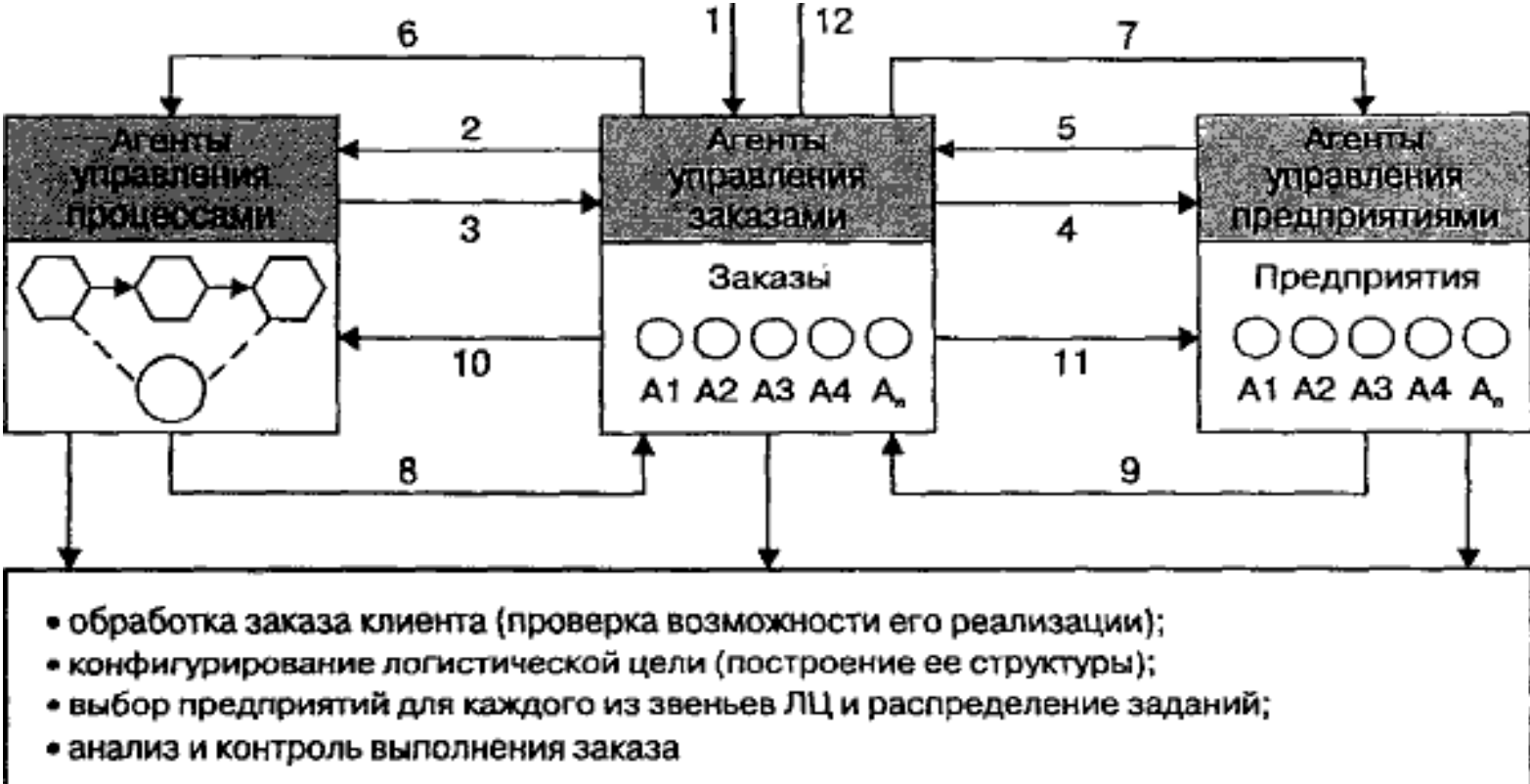


Рис. 28. Общая схема управления заказами клиентов с помощью МАС

раций (сроки, затраты и т. д.) и передает эту информацию агенту управления заказом (5), который на основе имитационного моделирования оценивает различные альтернативные конфигурации ЛЦ, выбирает наилучшую и передает ее другим группам агентов (6, 7).

Агенты управления процессами и агенты управления предприятиями осуществляют оперативный анализ выполнения процессов и передают данную информацию агенту управления заказом (8, 9), который осуществляет функцию контроля и при отклонениях от плановых показателей вносит оперативные изменения (10, 11). По выполнении заказа он сообщает об этом клиенту (12). Наиболее ценные знания, полученные агентами в процессе выполнения данного заказа, сохраняются в их памяти и используются в дальнейшей работе.

Полиmodelьные комплексы

Вследствие обозначенных выше аспектов сложности и неопределенности ПЛС их адекватное описание не может быть сформулировано в рамках одной модели, поэтому необходим переход к полиmodelьным комплексам [51, 99, 100, 142, 217]. Одной из характерных особенностей современного этапа решения проблем моделирования сложных объектов и процессов является тенденция создания и исследования соответствующих комплексов взаимосвязанных моделей, отражающих с различной степенью детализации различные аспекты функционирования и взаимодействия указанных объектов и процессов друг с другом и средой [211, 217]. Другими словами, в последнее время особую значимость начинают приобретать вопросы полиmodelьного многокритериального описания и исследования конкретных предметных областей с учетом различных факторов неопределенности воздействия среды (внутренней и внешней) на рассматриваемые объекты и процессы [183, 199]. При этом корректное взаимодействие (координация) разнотипных моделей становится возможной, как правило, при использовании комбинированных методов, алгоритмов и методик, позволяющих на конструктивной основе исследовать заданные классы задач моделирования.

При проведении обобщенного описания моделей широкое распространение получила теоретико-множественная концепция матема-

тики. Данная концепция основывается на описании модели системы как некоторого отношения, заданного на множествах, или как некоторой совокупности взаимосвязанных отношений. При этом множествам придается смысл множеств реальных физических элементов систем или множеств абстрактных элементов, привлекаемых для описания процессов в системе. График определяет связи, взаимодействия этих элементов, то есть то, что объединяет элементы в единое целое.

Вместе с тем в рамках теоретико-множественного подхода к моделированию систем имеется целый ряд трудностей, связанных с конструктивным описанием взаимосвязей между различными видами и типами моделей систем, проведением анализа общих свойств моделей, отсутствуют средства, позволяющие отражать многоаспектность и разномасштабность моделируемых систем (рис. 29).

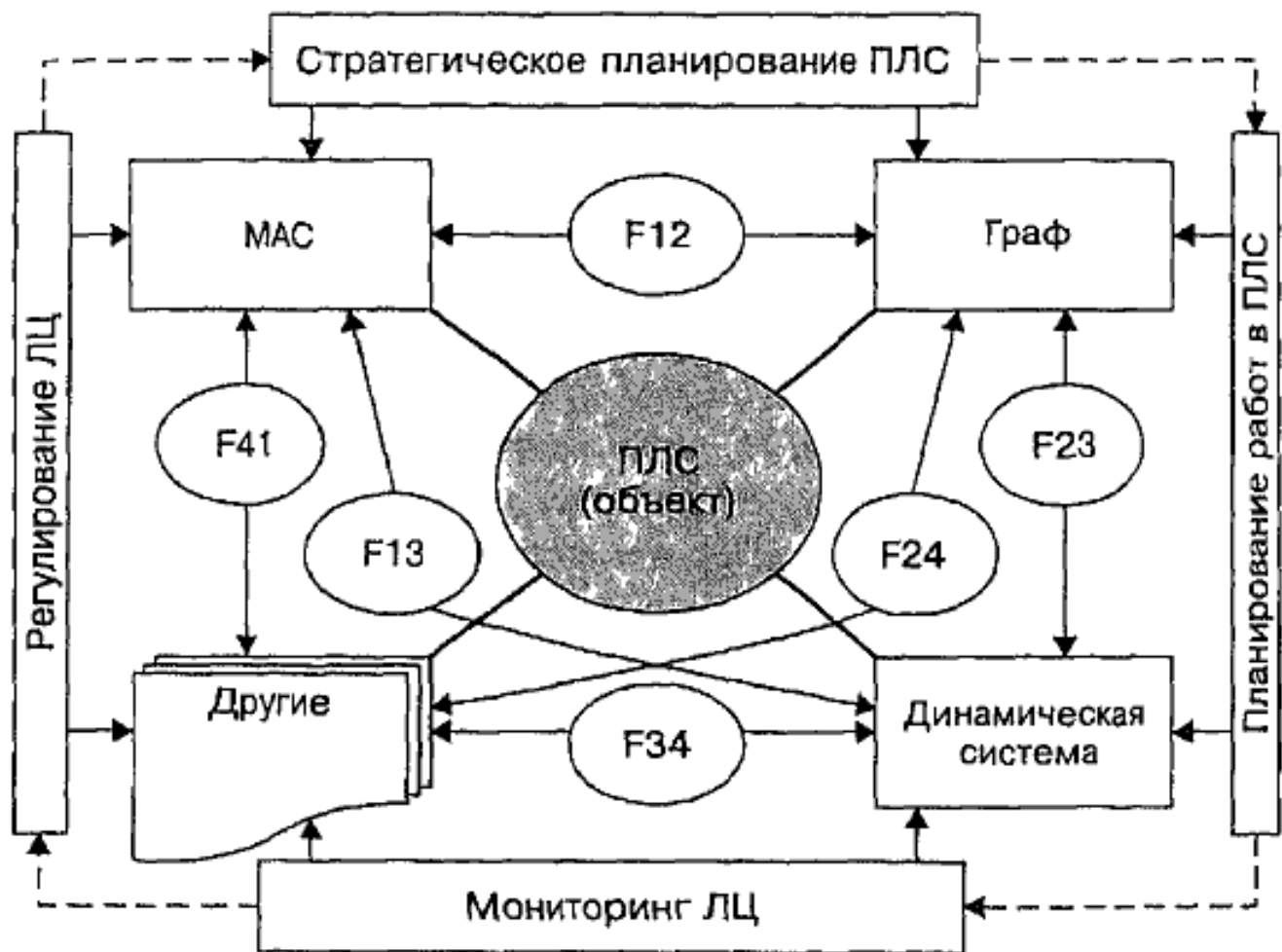


Рис. 29. Пример полимодельного комплекса

Возможности теоретико-множественной концепции расширяются при переходе к структурно-математическому подходу и категориально-функторной концепции построения квалиметрии моделей [100, 157, 217].

Теория категорий и функторов предоставляет современным исследователям конструктивные способы математического описания объектов через их соответствия (морфизмы), устанавливаемые между собой. В этом случае свойства некоторого заданного математического объекта (в нашем случае модели), которые обычно формируются через его внутреннюю структуру, достаточно конструктивно выражаются через свойства отображений этого объекта в однотипные с ним объекты.

В полимодельных комплексах отдельные элементы и функции исследуемого объекта описываются с помощью различных классов моделей на определенном уровне детализации. Связь и переходы между моделями реализуются в виде функторов (F). Координированное применение различных моделей позволяет повысить качество моделирования за счет компенсирования недостатков одних моделей преимуществами других. Полимодельные комплексы позволяют сформировать концепцию «виртуального моделирования», основанную на возможности постановки проблемы, решения задачи и представления результатов моделирования в различных классах моделей, выбираемых в соответствии с целями и задачами моделирования, характером и структурой исходных данных и т. д.

Система адаптивного планирования и управления

Анализируя проблему комплексного рассмотрения задач планирования и управления ПЛС, необходимо отметить следующее.

- Планирование – это процесс принятия предварительного решения об облике ПЛС (структурно-функциональном синтезе ее облика), а также механизмах функционирования ЛЦ.
- Результатом планирования является система взаимосвязанных решений, распределенных как в пространстве, так и во времени, оказывающих влияние друг на друга, поэтому планирование должно быть комплексным. При этом в силу общности ресурсов, используемых для выработки и поддержки программных траекторий, функция планирования непосредственно связана с функцией регулирования.
- Процесс планирования постоянно приближается к завершению, но никогда не достигает его по двум причинам. Во-первых, существует возможность бесконечно пересматривать ранее

принятые решения, хотя из-за необходимости предпринимать конкретные действия по достижению поставленных целей требуется все-таки рано или поздно остановиться на каком-то варианте решения. Во-вторых, планирование осуществляется в течение определенного промежутка времени, в ходе которого могут измениться как сама ПЛС, так и внешняя среда, поэтому сформированные планы нуждаются в постоянной корректировке, адаптации.

Анализ показывает, что задачи планирования и управления ПЛС концептуально тесно связаны друг с другом. Данная взаимосвязь заключается в следующем: эффективность управления ПЛС на этапе планирования зависит, в общем случае, от двух составляющих: принимаемого в данный момент плана и от будущих управляющих воздействий, направленных на устранение возможных отклонений от плана. С другой стороны, эффективность регулирующих воздействий также зависит от двух составляющих: принимаемого (выбираемого) в данный момент регулирующего воздействия и от будущего корректирующего воздействия, направленного на устранение возможного отклонения от заданной траектории. Таким образом, подсистема регулирования и планирования должны обладать свойством взаимной рефлексии, то есть в каждой из них должны воспроизводиться механизмы принятия решений другой подсистемы.

Принципы адаптивного планирования [7, 155, 215]. В данной постановке планирование рассматривается не как дискретный, а как непрерывный адаптивный процесс. Для адаптации планов системно рассматривается информация о прошлом, текущем и прогнозируемом будущем состоянии системы. Это позволяет комплексно рассматривать этапы планирования и оперативного управления ЛЦ, а также адаптировать соответствующие модели к текущим условиям функционирования ЛЦ, например, путем изменения принципов выбора партнеров в ЛЦ, структуры алгоритма планирования, параметров и критериев модели планирования и т. д.

Обобщенная схема комплексного моделирования ЛЦ

Обобщенная схема комплексного моделирования ЛЦ представлена на рис. 30.



Рис. 30. Обобщенная схема комплексного моделирования ЛЦ

Исходным пунктом моделирования ЛЦ является описание элементов и структур ПЛС. ЛЦ характеризуется множеством структур:

- целей, функций и задач ЛЦ;
- технологии функционирования ЛЦ;

- технологической;
- топологической;
- организационной;
- информационного обеспечения ЛЦ.

Перечисленные структуры являются инвариантными для любого класса ПЛС и должны учитываться в первую очередь при системном исследовании данных объектов. Особенность задач планирования ЛЦ состоит в том, что все перечисленные структуры на различных этапах ее жизненного цикла (ЖЦ) под действием субъективных и объективных причин *постоянно изменяются*, другими словами, наблюдается структурная динамика.

Совместное решение задач планирования модернизации и функционирования ЛЦ предполагает построение соответствующего полимодельного комплекса, описывающего все основные аспекты исследуемых процессов, а также разработку комбинированных методов, алгоритмов и методик многокритериального полимодельного синтеза программ управления планирования и функционированием ЛЦ. Масштабность и сложность исследуемых задач требует обоснованного выбора соответствующей методологии их решения. По нашему мнению, она должна базироваться на методологиях обобщенного системного анализа, современной теории управления и мультиагентных систем. В рамках данных методологий на основе гармоничного сочетания формально-математических и логико-эвристических методов осуществляется конструктивное решение разнородных и разноуровневых задач анализа и синтеза ЛЦ на различных этапах их жизненного цикла.

Использование методологии МАС позволяет описать элементы организационного графа (предприятия, компетенции) в качестве *активных элементов*, а также построить модель взаимодействия агентов (предприятий). Далее необходимо перейти к динамическому описанию сети, то есть построить модели функционирования ЛЦ. Данный переход представляется возможным на основе использования динамического альтернативного мультиграфа и категориально-функториального описания.

После комплексного описания ПЛС необходимо перейти к рассмотрению факторов и условий планирования функционирования ЛЦ. Основой планирования и управления ЛЦ является определе-

ние целевых критериев, то есть постановка многокритериальной задачи и определение методов ее решения [85, 150, 152, 209, 210]. Особенностью данной проблематики применительно к ПЛС является необходимость балансировки общесистемных критериев (параметров заказов клиентов, показателей прибыли и рентабельности и т. д.) и локальных критериев предприятий. Другой важной составляющей описания факторов и условий планирования функционирования ЛЦ являются комплексный анализ факторов неопределенности и их интеграция в модели и алгоритмы планирования и управления ЛЦ.

Далее необходимо разработать собственно алгоритмы планирования ЛЦ [113, 152, 176]. Результатом этапа планирования является полное конфигурирование ЛЦ (то есть формирование ее функционально-организационной структуры, информационной структуры, определение сроков старта и окончания работ, построение сценариев функционирования и регулирования ЛЦ).

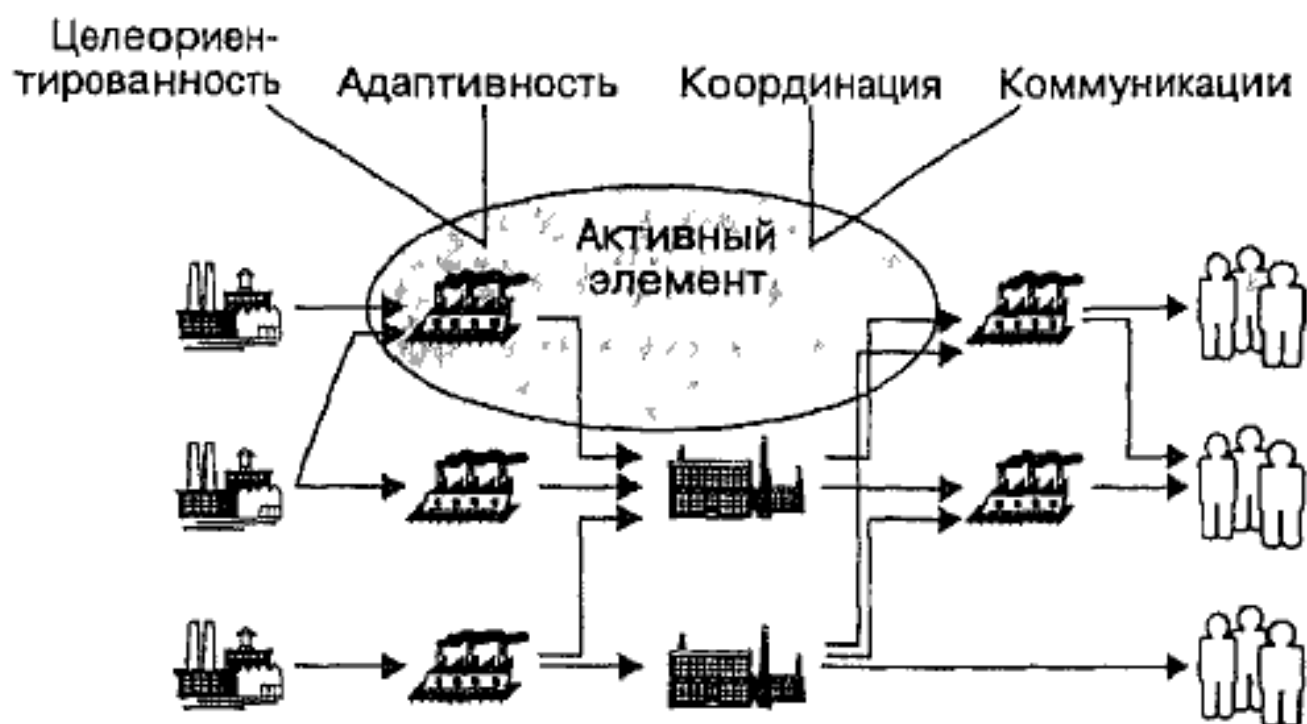
Модель оперативного управления ЛЦ базируется на моделях мониторинга и регулирования ЛЦ. Учитывая, что функционирование ЛЦ является чрезвычайно динамичным процессом, сопровождающимся структурной динамикой, активностью элементов сети и значительной неопределенностью, фаза управления приобретает особо важное значение. Тесная взаимообусловленность и рефлексия моделей планирования и управления ЛЦ предполагает необходимость формулирования соответствующих моделей на единой методологической основе для обеспечения адекватности моделей текущим условиям функционирования ЛЦ.

Глава 12. Обобщенная модель планирования и управления логистическими цепями

Рассмотрим обобщенную задачу оперативного планирования работ по выполнению заказа клиента в производственно-логистической сети. ПЛС состоит из множества $B = \{B_\mu, \mu \in M\}$ предприятий-изготовителей, поставщиков сырья и материалов, складских терминалов, транспортных фирм (в дальнейшем предприятия). В рамках ПЛС может выполняться множество операций $E = \{E_j, j \in L\}$. Для соотнесения элементов множеств B и E введем понятие *компетенции*.

Под компетенцией будем понимать пару (B_μ, E_j) , то есть если μ -предприятие может выполнять j -операцию, то оно обладает компетенцией $k_{\mu j}$. Каждая компетенция характеризуется такими свойствами, как доступные производственные мощности $x_{\mu j}(t)$ на каждом из интервалов времени t , стоимость выполнения работы $c_{\mu j}$, надежность $q_{\mu j}$. Стоимость работ определяется исходя из заданных величин объема работ и средней для μ -предприятия стоимости нормо-часа. Таким образом, исходные данные по возможностям ПЛС представляют собой матрицы $K = \|k_{\mu j}(t)\|$, $X(t) = \|x_{\mu j}(t)\|$, $C = \|c_{\mu j}\|$, $Q = \|q_{\mu j}\|$. Формируется статическое описание ПЛС в виде направленного (ориентированного) графа, в котором вершины являются компетенц-единицами предприятий, а дугами обозначены технологические связи между ними.

Так как элементы графа являются активными, действуют целереориентированно, автономно и коммуницируют с другими агентами, целесообразно ввести в рассмотрение описание элементов графа в виде активных элементов в терминах мультиагентных систем (рис. 31).



из своих компетенций стремится, во-первых, к максимальному использованию мощностей $x_{\mu_j}(t) - \tau_j^v(\lambda_{v_j}^\mu) \rightarrow \min, \lambda_{v_j}^\mu \in \Delta, \lambda_{v_j}^\mu \in \{0, 1\}$, а во-вторых к получению работы с максимальным уровнем прибыли $p_j^v - c_{\mu_j}^v(\lambda_{v_j}^\mu) \rightarrow \max$, где τ_j^v – нормативное время выполнения работы, p_j^v – предлагаемая цена за выполнение работы, $\lambda_{v_j}^\mu$ – вариант использования ресурсов агентом B_μ , Δ – множество альтернативных вариантов использования ресурсов. Для множества заказов двухкритериальная функция прибыли может быть сформулирована как:

$$\begin{aligned} J_1^\mu &= \sum_{j=1}^l x_{\mu_j}(t) - \sum_{j=1}^l \sum_{v=1}^N \tau_j^v(\lambda_{v_j}^\mu) \rightarrow \min \\ J_2^\mu &= \sum_{j=1}^l \sum_{v=1}^N p_j^v - \sum_{j=1}^l \sum_{v=1}^N c_{\mu_j}^v(\lambda_{v_j}^\mu) \rightarrow \max \end{aligned} \quad (1)$$

Для учета «нежестких» факторов (soft-factors), как например, репутация фирмы, уровень доверия, надежность поставщика, предлагается ввести в рассмотрение функцию репутации агента $\varphi_{\mu_j} = f(W_{\mu_j}, V_j)$, где W_{μ_j} – знания об агенте B_μ по компетенции k_{μ_j} , V_j – важность работы E_j . Таким образом, функция предложения агента B_μ по компетенции k_{μ_j} может быть сформулирована как:

$$BF_{\mu_j} = f(x_{\mu_j}(t), c_{\mu_j}, q_{\mu_j}, r_{\mu_j}) \quad (2)$$

Далее необходимо перейти к рассмотрению динамических моделей функционирования ЛЦ. Для связи перечисленных множеств друг с другом введем в рассмотрение динамический альтернативный мультиграф (ДАМГ) следующего вида:

$$G_x^t = \{X_x^t, F_x^t, Z_x^t\} \quad (3)$$

где $X_x^t = \{x_{x_l}^t, l \in L_x\}$ – множество элементов, входящих в состав структуры G_x^t (множество вершин ДАМГ) в момент времени t ; $F_x^t = \{f_{\langle x_l, l' \rangle}^t, l, l' \in L_x\}$ – множество дуг ДАМГ типа G_x^t , отражающих взаимосвязи между его элементами в момент времени t ; $Z_x^t = \{z_{\langle x_l, l' \rangle}^t, l, l' \in L_x\}$ – множество значений параметров, количественно характеризующих взаимосвязь соответствующих элементов ДАМГ.

Кроме того, зададим множество допустимых операций отображения указанных выше ДАМГ друг на друга $M_{\langle x, x' \rangle}^t : F_x^t \rightarrow F_{x'}^t$, а также операции композиции указанных отображений в момент времени t : $M_{\langle x, x' \rangle}^t = M_{\langle x, x_1 \rangle}^t \circ M_{\langle x_1, x_2 \rangle}^t \circ \dots \circ M_{\langle x', x' \rangle}^t$.

С учетом вышеизложенного, многоструктурное состояние можно определить как подмножество декартова произведения множеств элементов, на которых строятся соответствующие структуры ЛЦ:

$$S_i \subseteq X_1^t \times X_2^t \times X_3^t \times X_4^t, \quad i=1, \dots, K_\Delta \quad (4)$$

Множество многоструктурных состояний ЛЦ запишется следующим образом:

$$S = \{S_i\} = \{S_1, \dots, S_{K_\Delta}\} \quad (5)$$

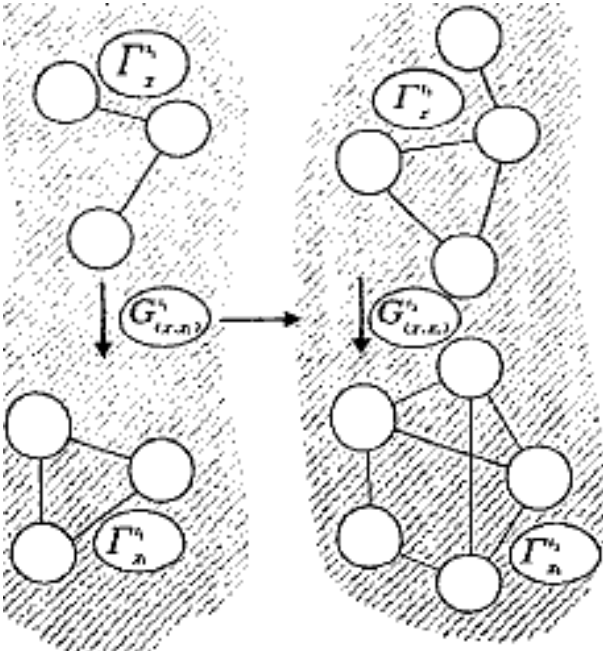
Введем еще множество допустимых операций отображения многоструктурных состояний сети ВП друг на друга:

$$\Pi_{\langle i, i' \rangle}^t : S_i \rightarrow S_{i'} \quad (6)$$

При этом предполагается, что каждое многоструктурное состояние сети ВП в момент времени $t \in T$ задается в результате операции композиции соответствующих ДАМГ, описывающих каждый тип структуры (рис. 32).

Графовая интерпретация рассматриваемых задач управления структурной динамикой ЛЦ в ПЛС в этом случае сводится к поиску такого многоструктурного состояния $S_i^* \in \{S_1, S_2, \dots, S_{K_\Delta}\}$ и такой последовательности (композиции) выполнения операций отображения во времени, при которой обеспечиваются выбор и реализация оптимальной (с точки зрения обобщенного показателя эффективности) программы управления структурной динамикой ЛЦ в ВП и переход динамической системы из заданного в требуемое многоструктурное состояние.

При описании динамики ЛЦ формируется комплекс динамических моделей управления ЛЦ. Рассмотрим кратко этот комплекс и далее остановимся на особенностях учета факторов неопределенности в ранее построенных моделях.



Пример:

Γ_z^1 — функциональная структура ЛЦ в момент времени t_1 .

Γ_n^1 — технологическая структура ЛЦ в момент времени t_1 .

Динамический альтернативный мультиграф G_z^1, G_z^2 для описания комплекса структур

Рис. 32. Графовая интерпретация задач управления структурной динамикой ЛЦ в ПЛС

К основным динамическим моделям данного комплекса относятся:

- модель управления каналами ЛЦ;
- модель управления операциями, проводимыми в ЛЦ;
- модель управления потоками в ЛЦ;
- модель управления ресурсами в ЛЦ;
- модель управления параметрами операций, проводимых в ЛЦ;
- модель управления структурной динамикой ЛЦ;
- модель управления многоструктурными макросостояниями ЛЦ.

При построении данных моделей используется динамическая интерпретация происходящих в ЛЦ событий. Переход от статической графовой модели к динамическим моделям возможен на основе использования полимодельных комплексов. В развиваемом в данной работе подходе предлагается использовать функториальный переход из категории орграфов $Kat \Phi$ задающей модели технологий выполнения работ (операций) ЛЦ в категорию динамических моделей $Kat D$, описывающих процессы функционирования ЛЦ. В этом случае конструирующий ковариантный функтор $G: \Phi \rightarrow D$ устанавливает соответствие как между вершинами ориентированного графа в статической модели планирования работ в ЛЦ и динамическими моделями, описывающими процессы выполнения работ в ВП, так и между ребрами графа и отображениями динамических моделей, названными отображениями сопряженности.

Упрощенный вариант отношений сопряженности может быть представлен в виде следующей модели [182]:

$$\Psi = \left\{ u \left| \begin{aligned} & a'_{vj}(t) = \sum_{j=1}^l u_{vj}; \sum_{i=1}^n u_{ij}(t) \leq 1; \sum_{j=1}^l u_{ij} \leq 1; u_{ij}(t) \in \{0;1\}; \\ & t \in (t_0; t_f] = T; a'_{vj}(t)(t_0) = 0; a'_{vj}(t)(t_f) = a_{vj}; \\ & \sum_{j=1}^l u_{ij} \left[\sum_{\varphi \in \Gamma_{ij}} (a_{\varphi} - a'_{\varphi}(t)(t)) + \prod_{\varphi \in \Gamma_{ij}} (a_{\varphi} - a'_{\varphi}(t)(t)) \right] = 0; i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, l \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

где $a'_{vj}(t)$ — переменная, характеризующая состояние выполнения операции (работы) E_{vj} в момент времени t ; a_{vj} — заданный

объем выполнения указанной операции; $u_{ij}(t)$ — управляющее воздействие, принимающее значение 1, если операция E_{ij} выполняется на B_{ij} предприятии (участке) ЛЦ, 0 — в противном случае; $\varepsilon \in \Gamma_{1i}^-$, $\kappa \in \Gamma_{2i}^-$ — множество номеров операций, непосредственно предшествующих и технологически связанных с операцией E_{ij} , с помощью логических операций «И», «ИЛИ» (альтернативное «ИЛИ»).

Исследования [100, 217] показали, что в рамках данного полимодельного описания выполняются не только условия функториальности, но и общности положения отображений сопряженности. Это открывает широкие возможности для использования достижений современной теории управления для решения задач структурно-функционального синтеза сложных производственно-логистических систем.

Комплексно описав ПЛС, перейдем к рассмотрению целевых критериев. Совокупность заказов клиентов обозначим $A = \{A_v, v \in N\}$. Для каждого заказа известна технология его выполнения D_v , которая представляет собой упорядоченную последовательность технологических операций E_j ($j = 1, 2, \dots, j_v$), где j_v — количество операций, необходимое для выполнения v -заказа. Каждому заказу соответствуют нормативное время выполнения τ_v и стоимость c_v .

Выполнение каждого заказа должно быть произведено в соответствии с требованиями клиента, к которым относятся желаемая дата поставки T_{end}^a , предельно допустимая стоимость заказа C^a , а также ряд дополнительных параметров (место поставки, объем партии, риск возникновения брака и т. д.). При этом в зависимости от организации ПЛС могут быть установлены и дополнительные критерии на стратегическом уровне управления, например максимальная равномерность загрузки всех предприятий — участников ПЛС.

Задача составления плана ПЛС состоит из двух этапов. На первом этапе для каждой технологической операции каждого подзаказа определяются возможные исполнители работы (то есть формируется множество альтернативных вариантов логистических цепей). На втором этапе происходит оценивание альтернативных вариантов логистических цепей с учетом соответствия

требованиям заказа клиента по срокам, стоимости работ и надежности:

$$\begin{aligned}
 \max_{\lambda_{v_j}^{\mu}} \tau_v(\lambda_{v_j}^{\mu}) &\leq T_{end}^a \pm \delta^{T_{end}^a} \\
 \sum_{v=1}^N c_v(\lambda_{v_j}^{\mu}) &\leq C^a + \delta^{C^a} \\
 \sum_{v=1}^N q_v(\lambda_{v_j}^{\mu}) &\leq Q^a + \delta^{Q^a} \\
 r_{\lambda_j}(\lambda_{v_j}^{\mu}) &\rightarrow \max
 \end{aligned} \tag{8}$$

Показатель надежности ЛЦ $r_{\lambda_{\nu}}$ вводится в качестве дополнительного критерия выбора ЛЦ при формировании и сужении множества Парето. Помимо указанных основных ограничений могут быть введены дополнительные ограничения организационного характера. К ним могут относиться:

- запрет на связи между некоторыми компетенциями (например, вследствие специфики сформировавшейся на рынке конкурентной ситуации);
- ограничения на допустимое количество перевозок в рамках одной ЛЦ (например, принимать в рассмотрение лишь те цепи, в которых на одном предприятии могут быть выполнены как минимум две последовательные операции — технологический блок) и т. д.

При этом могут быть определены некоторые предельно допустимые отклонения δ_h по каждому h -параметру из множества оцениваемых параметров H (дата поставки, стоимость, надежность и т. д.). ЛЦ, не удовлетворяющие основным параметрическим ограничениям, из дальнейшего рассмотрения исключаются.

Из множества оставшихся вариантов ЛЦ следует выбрать единственный вариант. Наличие разнородных оценок вариантов делает целесообразным применение многокритериального подхода. В качестве критериев в данной постановке удобно использовать штрафные функции $f_h(\delta_h)$, зависящие от величины отклонений характеристик от желаемых значений. В общем виде набор экстре-

мальных требований условно может быть записан в следующей форме:

$$F = \{f_1(\delta_1) \dots f_n(\delta_n)\} \rightarrow \min \quad (9)$$

Для выбора финального варианта ЛЦ следует принять тот или иной принцип оптимальности и соответствующую ему форму свертки векторного критерия, а также установить веса локальных критериев. Выбор в этом случае включает этапы формирования множества Парето-оптимальных вариантов ЛЦ и выделения из этого множества единственного наиболее предпочтительного варианта.

Существующие в настоящее время методы решения многокритериальных задач не позволяют в должной степени учесть факторы неопределенности. Воздействия данных факторов на ЛЦ приводят к тому, что результаты их функционирования также становятся неопределенными. В рамках развиваемого подхода полимодельного описания ЛЦ происходит согласованное (скоординированное) использование различных моделей для многоаспектного описания ЛЦ. При этом всевозможные варианты постановок задач анализа и структурно-функционального синтеза ЛЦ в целом могут быть формально описаны в рамках структуры выбора с мультипредпочтением [182].

Поиск наилучшей конфигурации ЛЦ может быть осуществлен с помощью различных алгоритмов. Примеры алгоритма поиска наилучших конфигураций логистических цепей для многокритериального запроса клиента в виртуальных предприятиях с помощью метода АСО-оптимизации подробно рассмотрены в работах [113, 176].

Результатом планирования работ является нахождение ЛЦ для каждого из заказов клиентов:

$$(\Lambda_v) = \{k_{\mu j}, \tau_v, c_v, r_v\} \quad (10)$$

После составления плана выполнения работ в ЛЦ необходимо осуществить анализ чувствительности ЛЦ [139]. Под *чувствительностью системы* принято понимать зависимость ее свойств от изменений параметров. Совокупность принципов и методов, связанных с исследованием этого свойства, формирует теорию чувствительности. Стремление к повышению качества планирования и управле-

ния ЛЦ требует учета всего многообразия (комплекса) возмущающих факторов, влияющих на их функционирование. Среди них особое место занимают так называемые параметрические возмущения. В качестве параметров системы выступают внутренние характеристики системы (например, уровень запасов, уровень спроса, уровень надежности предприятий и т. д.) и характеристики внешней среды (например, рыночные колебания и т. д.). Планирование ЛЦ, как правило, производится при номинальных (расчетных, модельных) значениях параметров. В процессе производства, хранения, транспортировки и эксплуатации товаров параметры в силу ряда причин будут варьироваться («плыть»).

Под влиянием указанных факторов параметры α_0 получают вариации $\Delta\alpha$: $\alpha = \alpha_0 + \Delta\alpha$. При этом изменяются переменные состояния X и величина показателя качества функционирования системы I :

$$\begin{aligned} X(t, x) &= X(t, \alpha_0) + \Delta X(t); \\ I(\alpha) &= I(\alpha_0) + \Delta I(\alpha) \end{aligned} \quad (11)$$

Основными понятиями теории чувствительности являются исходная система, варьированная система, основная траектория движения $X(t, \alpha_0)$, I_0 , дополнительная траектория движения $\Delta X(t)$, ΔI , функции и коэффициенты чувствительности (рис. 33).

Наиболее простым и универсальным способом является классический метод конечных разностей. В простейшем виде метод реализуется соотношением:

$$\frac{x_i(t, \alpha_0 + \Delta\alpha) - x_i(t, \alpha_0)}{\Delta\alpha} \quad (12)$$

При своей универсальности метод требует значительных затрат машинного времени, обладает ограниченной точностью и не всегда удобен для решения ряда прикладных задач. При наличии математической модели системы выгоднее иногда пользоваться методом моделей чувствительности. Реализация метода осуществляется в четыре этапа:

- построение модели исходной системы;
- построение параметрической модели исходной системы;
- построение моделей чувствительности и ее реализация с целью получения функций чувствительности;

- использование функций чувствительности для решения данной задачи.

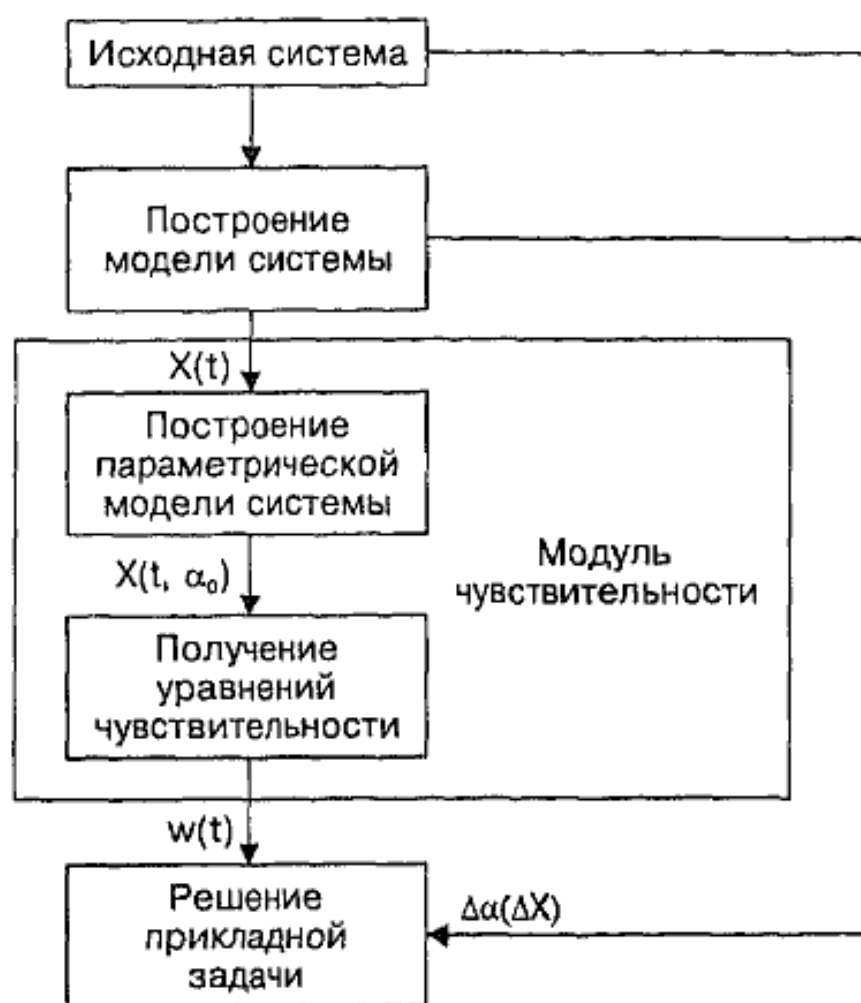


Рис. 33. Метод моделей чувствительности

Кратко остановимся на прикладных задачах теории чувствительности. Обязательным элементом всех прикладных задач являются функции (коэффициенты) чувствительности w , дополнительное движение $\Delta x(t)$, (ΔL) и вариации параметров, причем функции чувствительности задаются (получаются на моделях чувствительности) всегда, а искомыми являются дополнительное движение или вариации параметров. В зависимости от последнего большинство прикладных задач может быть распределено по трем группам:

- по прямым задачам теории чувствительности – по функциям чувствительности и вариациям параметров оценивается дополнительное движение;
- по обратным задачам теории чувствительности – по функциям чувствительности и дополнительному движению оцениваются вариации параметров;

- по смешанным задачам теории чувствительности, охватывающим задачи, процесс решения которых включает элементы прямых и обратных задач.

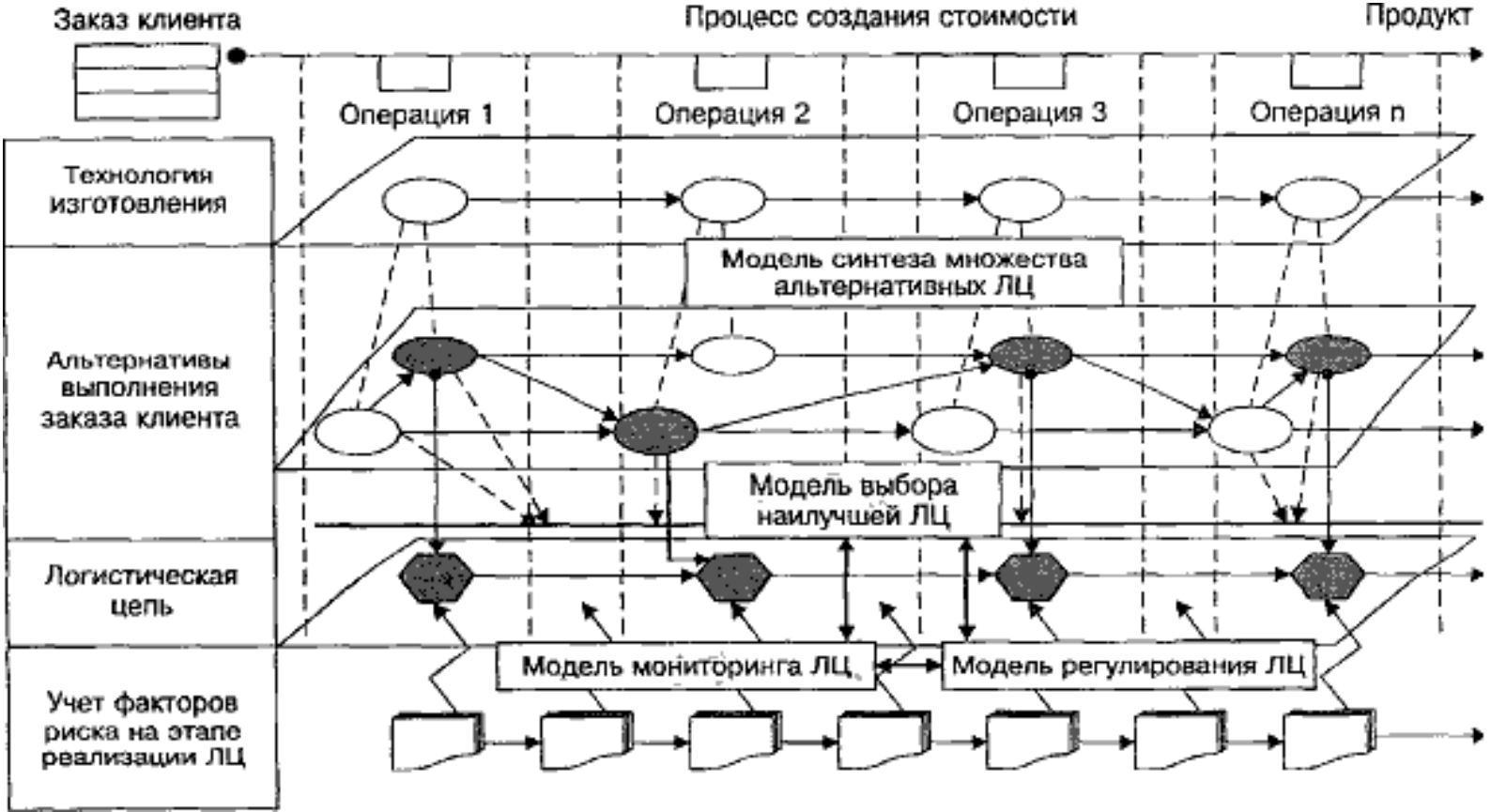
К прямым задачам относятся задачи исследования точности, устойчивости, прогнозирования, надежности и параметрической инвариантности. К обратным задачам отнесены задачи идентификации, диагностики и контроля. Типовыми смешанными задачами являются некоторые задачи адаптивного управления, оптимизации, оценки готовности системы к работе. К прикладным задачам можно отнести и исследование чувствительности вариационных задач и задач линейного программирования.

Анализ чувствительности системы позволяет определить потенциально опасные ситуации, которые могут возникнуть в процессе функционирования ЛЦ, и реакцию ЛЦ (то есть ее восприимчивость) к воздействию возмущающих факторов. Анализ чувствительности производится при поддержке соответствующего программного обеспечения систем Workflow. Одним из важных направлений использования анализа чувствительности является определение устойчивости плана ЛЦ.

При интервальном задании исходных данных оценку устойчивости планов целесообразно проводить на основе анализа множеств (областей) достижимости $D(t, T_0, X_0)$ динамической системы, где X_0 – множество возможных начальных состояний указанной динамической системы. Для этого необходимо построить множества $D^-(t, T_0, X_0)$, $D^+(t, T_0, X_0)$ – внутреннюю и внешнюю аппроксимацию множества $D(t, T_0, X_0)$.

Оценкой устойчивости плана ЛЦ заканчивается этап планирования ЛЦ, результатами которого являются: сконфигурированная ЛЦ, план выполнения работ в ЛЦ и модели мониторинга и реконфигурирования ЛЦ на основе описания потенциально опасных ситуаций процесса функционирования ЛЦ и путей их ликвидации (рис. 34).

Учитывая, что сама ЛЦ и внешняя по отношению к ней среда изменяются в процессе выполнения плана, возникает необходимость его периодической корректировки. В связи с этим для комплексного моделирования ЛЦ необходимо рассмотреть, во-первых, процессы мониторинга выполнения плана, а во-вторых, вопросы выработки управляющих воздействий для компенсирования отклонений



в функционировании ЛЦ. Проблематика оперативного управления ЛЦ будет рассмотрена ниже.

Функционирование ЛЦ является чрезвычайно динамичным процессом, сопровождающимся структурной динамикой, изменением свойств и параметров сети в процессе принятия решений, активным целеориентированным поведением агентов (предприятий). В процессе функционирования ЛЦ неизбежны отклонения от плана и его изменения. Это обуславливает необходимость комплексного формулирования моделей оперативного управления ЛЦ с моделями планирования с целью обеспечения адекватности текущим условиям функционирования ЛЦ. В соответствии с разработанными в настоящее время методами мониторинг ЛЦ может осуществляться в различных аспектах, например мониторинг вероятности поставок [113, 143], мониторинг событий в ЛЦ (концепции SCMo – Supply Chain Monitoring и SCEM – Supply Chain Event Management [63]), оценка выполнения работ [76], а также диагностика Bullwhip-эффекта [19, 68, 73]

Данные методики основаны на мониторинге запасов в ЛЦ (рис 35), определении возможности поставок на основе концепций ATP (Available-To-Promise) и CTP (Capable-To-Promise), а также сценарном моделировании регулирующих воздействий при нарушениях в работе ЛЦ (системы Workflow).

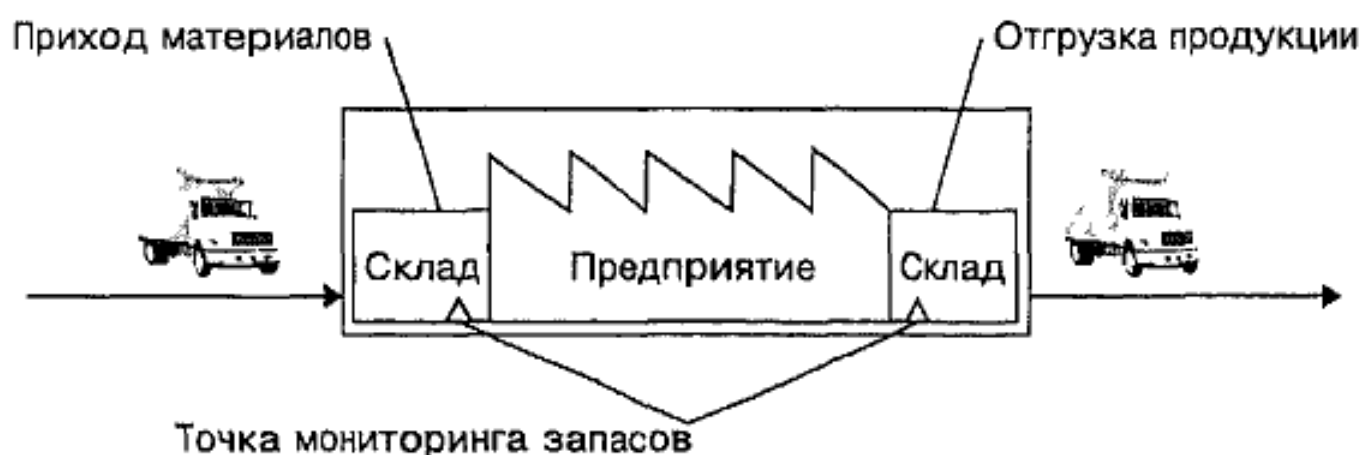


Рис. 35. Концепция SCMo — Supply Chain Monitoring

При подходе, развиваемом в данной работе, мониторинг ЛЦ основан на мониторинге макросостояний ЛЦ [48, 51, 232]. Он осуществляется на определенных точках диагностики, на которых анализируются фактические и плановые параметры функционирования ЛЦ (спрос, запасы, сроки старта и окончания работ, устойчивость ЛЦ и т. д.). Особенность мониторинга ЛЦ в терминах макросостояний

заключается в возможности контроля необходимых параметров на той или иной стадии мониторинга путем извлечения этих параметров из вектора ДАМГ. Использование ДАМГ позволяет, с одной стороны, одновременно комплексно рассматривать все параметры ЛЦ в динамике, а с другой стороны, извлекать из ДАМГ необходимый набор параметров на каждой из стадий мониторинга ЛЦ. Модели мониторинга ЛЦ разработаны, но в силу их сложности и объема в данной работе подробно не рассматриваются.

Другой особенностью развиваемого в данной работе подхода к мониторингу ЛЦ является мониторинг устойчивости ЛЦ. Устойчивость ЛЦ определяется в точках мониторинга (рис. 36).

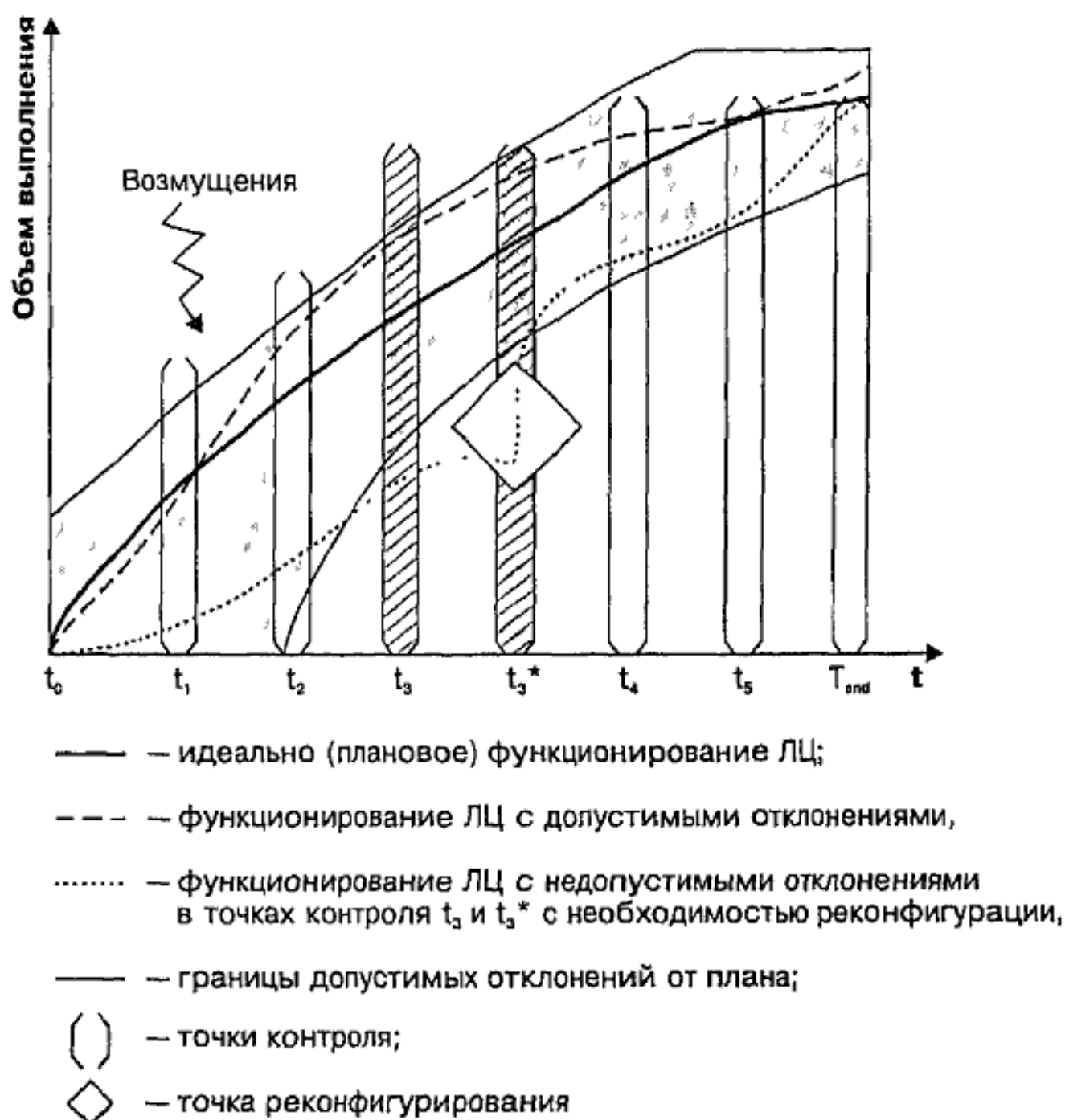


Рис. 36. Траектории функционирования ЛЦ, точки мониторинга и реконфигурирования

Сущность анализа устойчивости ЛЦ в динамике состоит в создании дополнительного индикатора для определения текущего и прогнозируемого состояний ЛЦ. Подобный анализ позволяет прогнозировать потенциально опасные ситуации функционирования ЛЦ и заранее определять необходимость реконфигурирования ЛЦ, даже если традиционные индикаторы (уровень спроса, запасы и т.д.) находятся в области допустимых значений

В случае отклонений в функционировании ЛЦ осуществляется анализ причин их возникновения и определяется дополнительная точка контроля. В случае если и в этой точке система не вернулась в допустимые границы функционирования, необходимо осуществить регулирующие воздействия по реконфигурированию ЛЦ.

Функция регулирования тесно связана с функцией мониторинга. *Реконфигурирование ЛЦ* состоит из анализа отклонений, выработки компенсирующих регулирующих воздействий, формирования нового плана и выработки механизмов перехода ЛЦ с текущей на плановую траекторию функционирования в интервале времени $(t', t'') \in (T_0, T_f]$ или к концу выполнения работ.

Модель реконфигурирования ЛЦ связана с моделью планирования ЛЦ. Она также базируется на использовании ДАМГ и обобщенно может быть представлена в следующей форме.

$$J_\theta \left(X_x^t, \Gamma_x^t, Z_x^t, F_{(x,x)}^t, \Pi_{(i)}^t, t \in (t_0, t_f] \right) \rightarrow \left\langle U^t, S_i^{t_f} \right\rangle_{\in \Delta_g}$$

$$\Delta_g = \left\{ \left\langle U^t, S_i^{t_f} \right\rangle \mid R_\beta \left(X_x^t, \Gamma_x^t, Z_x^t, F_{(x,x)}^t, \Pi_{(i)}^t \right) \leq \tilde{R}_g; \right\}, \quad (13)$$

$$U^t = \Pi_{(i_1 i_2)}^{t_1} \circ \Pi_{(i_2 i_3)}^{t_2} \circ \Pi_{(i_1)}^{t_3}; \beta \in B$$

где U^t — управляющие воздействия, позволяющие синтезировать как структуру логистических цепей, так и процессы функционирования ЛЦ; J_θ — стоимостные, временные, ресурсные показатели, характеризующие функционирование ЛЦ, $\theta \in \Theta = \{1, \dots, l\}$ — множество номеров показателей; Δ_g — множество динамических альтернатив (множество структур и параметров логистических цепей, множество программ их функционирования); B — множество номеров пространственно-временных, технических и технологи-

ческих ограничений, определяющих процессы реализации логистических цепей, \tilde{R}_g – заданные величины, $T = (t_0, t_f)$ – интервал времени, на котором синтезируются ЛЦ.

На первой фазе реконfigurирования должно осуществляться формирование (генерирование) допустимых вариантов многоструктурных макросостояний ЛЦ, или, говоря другими словами, структурно-функциональный синтез нового облика ЛЦ, соответствующего складывающейся (прогнозируемой) обстановке.

На второй фазе проводится выбор конкретного варианта многоструктурного макросостояния ЛЦ с одновременным синтезом (построением) адаптивных планов (программ) управления переходом ЛЦ из текущего в требуемое (выбранное) макросостояние. При этом рассматриваемые планы должны обеспечивать такое эволюционное развитие ЛЦ, при котором наряду с реализацией программ перехода из соответствующих макросостояний предусматривается одновременно и реализация программ устойчивого управления ЛЦ в промежуточных многоструктурных макросостояниях.

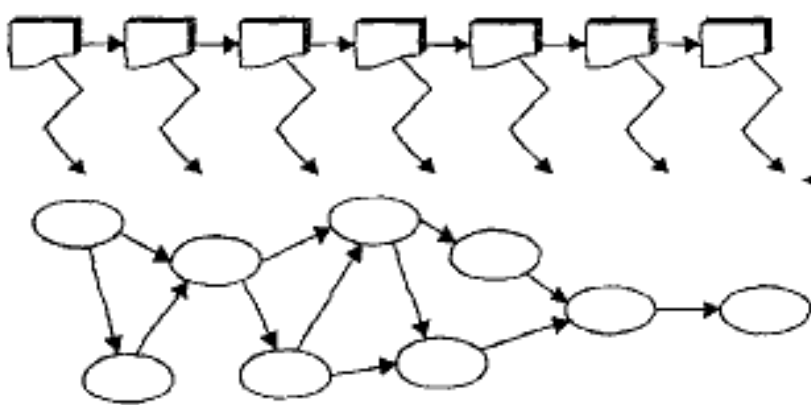
Следует отметить, что принятие решения о реконfigurировании ЛЦ, то есть о переходе ЛЦ из состояния S_i в состояние $S_i + 1$, состоит также в согласовании интересов координатора ПЛС и участников ЛЦ. Это означает, что новая конфигурация ЛЦ должна не только обеспечить выполнение плана в соответствии с параметрами заказов клиентов, но и обеспечить участникам ЛЦ достижение их локальных целевых критериев (то есть как минимум не ухудшить положение участников ЛЦ после реконfigurирования ЛЦ).

В заключение кратко сформулируем основные положения оперативного управления ЛЦ (рис. 37).

Оперативное управление ЛЦ состоит из этапов мониторинга и регулирования ЛЦ. На этапе мониторинга, основываясь на предварительно определенных опасных ситуациях в функционировании ЛЦ и методах их ликвидации, осуществляются сравнение актуальных параметров выполнения работ в ЛЦ с плановыми показателями, а также оценка влияния возмущающих факторов на функционирование ЛЦ. В каждый момент времени происходят сравнение фактических и плановых показателей, оценка общей ситуации выполнения работ в ЛЦ (диагностика ЛЦ) и прогнозирование дальнейшего хода протекания процессов в ЛЦ на основе текущей информации

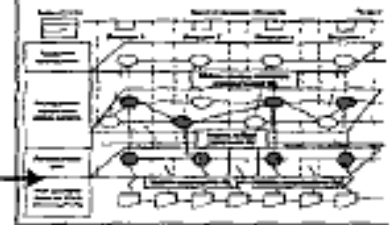
Перечень опасных ситуаций в t-момент времени реализации ЛЦ

Фактическое протекание процессов и актуальные значения параметров ЛЦ



Модель планирования ЛЦ

Модель мониторинга ЛЦ: измерение, диагностика, прогнозирование



Модель регулирования ЛЦ: реконфигурирование ЛЦ, адаптация моделей планирования и оперативного управления ЛЦ

диагностики. Использование ДАМГ позволяет, с одной стороны, одновременно комплексно рассматривать все параметры ЛЦ в динамике (всю совокупность структур ЛЦ), а с другой — извлекать из ДАМГ необходимый набор параметров на каждой их стадий мониторинга ЛЦ.

В случае недопустимых отклонений в функционировании ЛЦ либо в случае неблагоприятного прогноза (с использованием оценки устойчивости ЛЦ в динамике) осуществляется регулирование ЛЦ путем внесения соответствующих структурных, функциональных, параметрических, целевых и прочих изменений как в сам ход выполнения работ в ЛЦ, так и в модели планирования и оперативного управления ЛЦ (структурно-параметрическая адаптация моделей).

Особенностью развиваемого в данной работе подхода и его реализации в виде ПО SDNC (Supply Network Dynamic Control) [48, 51] является возможность анализа составленного плана на основе использования методологии многоструктурных макросостояний (рис. 38).

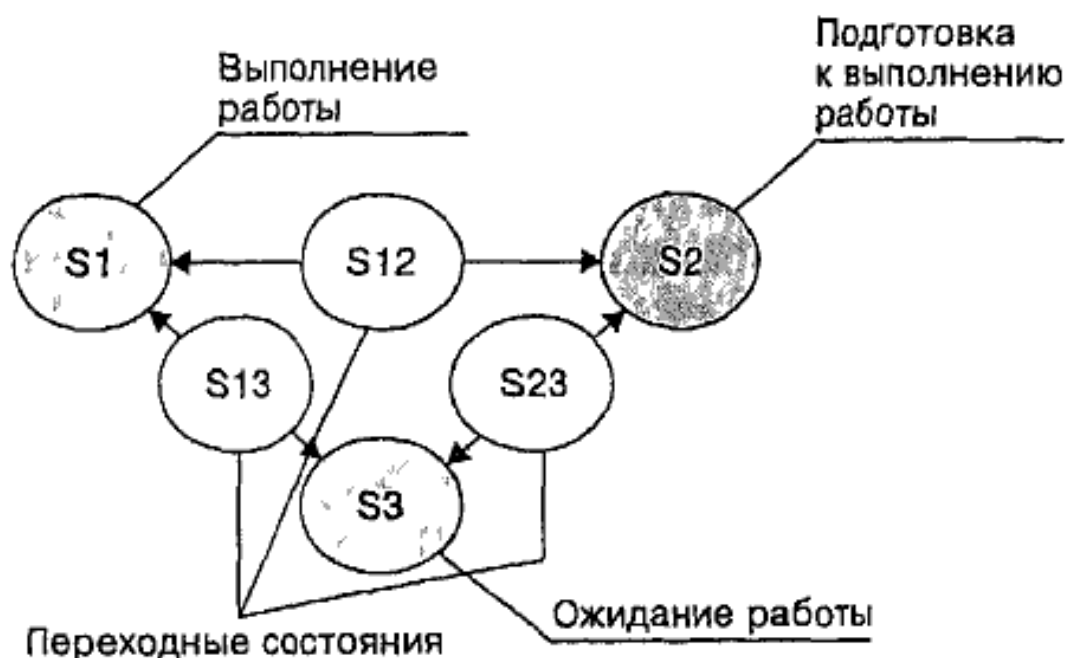


Рис. 38. Основные макросостояния ЛЦ

Использование методологии многоструктурных макросостояний позволяет также представить и оценить не только результаты планирования, но и результаты функционирования ЛЦ на агрегированном уровне детализации (на уровне трех основных макросостояний: плановое, отклонения от плана, необходимость реконфигурирова-

ния — и шести переходных макросостояний). Это даст возможность менеджерам получить комплексное представление о динамике выполнения заказов в ПЛС (рис. 39).

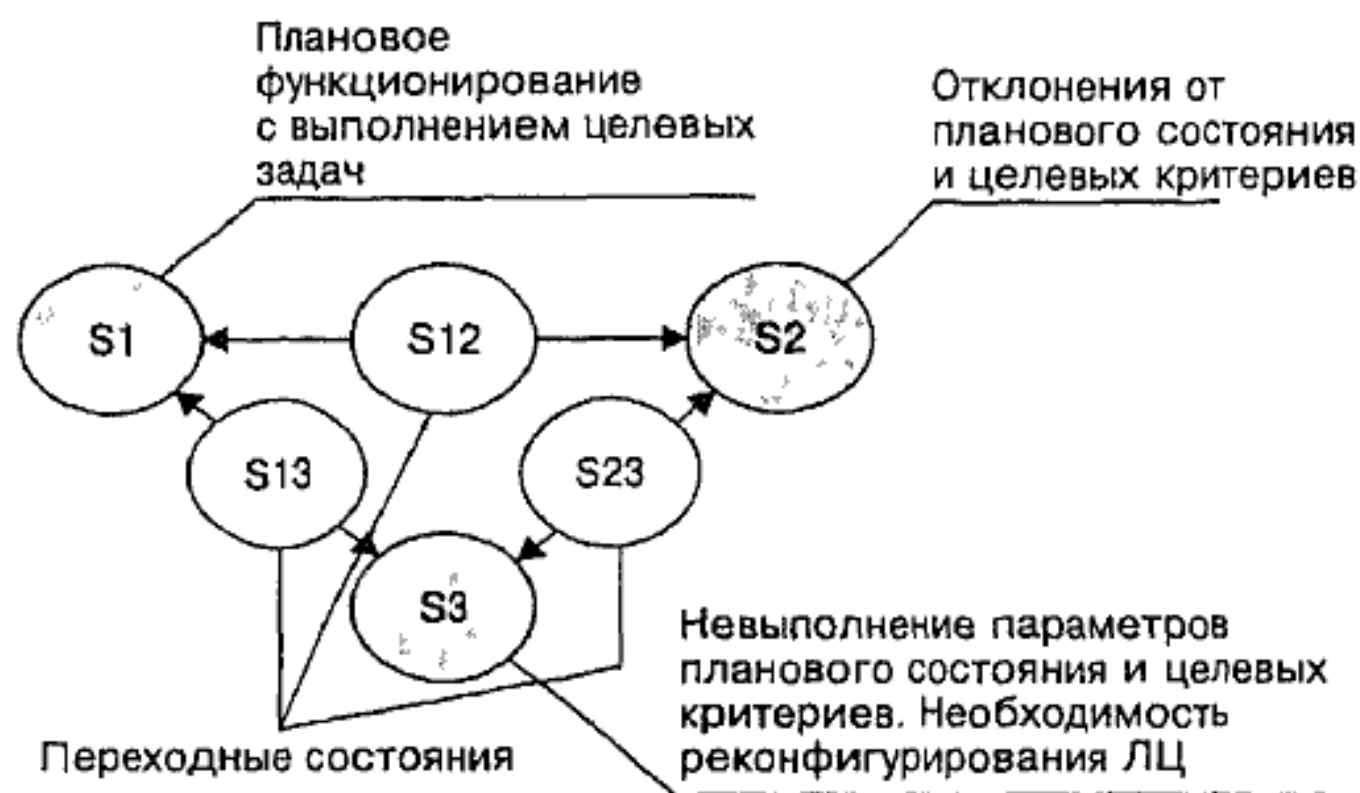


Рис. 39. Макросостояния функционирования ЛЦ

Результаты имитационного моделирования ЛЦ позволяют комплексно проанализировать динамику выполнения работ по заказам клиентов в ПЛС и сформировать необходимые управленческие воздействия (например, изменить структуру сети, привлечь в сеть дополнительные ресурсы, отказаться от выполнения части заказов, определить «узкие места» ЛЦ и т. д.).

Заключение

Большинство книг написано не для того, чтобы научить познающего, а чтобы показать, чему научился и что узнал автор.

И. В. Гете

Работайте, работайте — а пониманье придет потом.

Ж. Даламбер

На современном этапе экономического развития происходит все большее слияние сфер производственного менеджмента и логистики. Современные рынки являются в большинстве случаев рынками клиентов, что ставит перед предприятиями требования ведения бизнеса на принципах ориентированности на клиента. Это означает необходимость своевременного распознавания потребностей клиента, быструю реакцию на их изменения, учет индивидуализации заказов клиентов и быструю концентрацию необходимых ресурсов для их выполнения. С другой стороны, основные тенденции производственного менеджмента состоят в развитии специализации предприятий, выделении ключевых компетенций, сокращении не основных процессов с последующим их приобретением у партнеров по бизнесу (концепция аутсорсинга). Это вызывает значительное увеличение кооперационных связей и сфер взаимодействия предприятий.

Ведение бизнеса, основываясь на принципах ориентированности на клиента и кооперации, обуславливает необходимость реинжиниринга бизнес-процессов и моделей планирования и управления предприятием, а также внедрения соответствующих информационных технологий. В данных условиях, когда на рынках конкурируют

уже не отдельные предприятия, а логистические цепи, объектом управления становятся уже не отдельные функции логистики и производственного менеджмента, а логистическая цепь (цепь создания стоимости) в целом. Участие предприятия в ЛЦ является не просто эффективным, но даже ключевым фактором конкурентоспособности на современных и будущих рынках.

Данная парадигма обуславливает значительные изменения в подходах к организации и управлению бизнесом. Эти изменения прежде всего связаны с появлением новых форм конкурентной борьбы, основанных на стратегическом *взаимодействии* (collaboration) предприятий. На принципах взаимодействия, синхронизации основных бизнес-процессов и моделей планирования и управления на основе единых информационных каналов с поставщиками и клиентами по всей логистической цепи (ЛЦ) базируется и стремительно развивающаяся концепция *Supply Chain Management (SCM)* – *управление логистическими цепями*.

SCM – это системный подход к интегрированному планированию и управлению всем потоком информации, материалов и услуг от поставщиков сырья через предприятия и склады до конечного потребителя. Для предприятия внедрение концепции SCM означает ведение бизнеса на принципах стратегического взаимодействия с поставщиками и клиентами. Отличие концепции SCM от традиционных форм организации и управления предприятием состоит в синхронизации основных бизнес-процессов и моделей планирования и управления на основе единых информационных каналов с поставщиками и клиентами по всей логистической цепи.

Стратегии кооперации на базе концепции SCM изначально представляли собой информационную интеграцию предприятий с целью синхронизации и актуализации данных о потребностях и запасах в ЛЦ. Но уже первые проекты показали, что одной информационной интеграции недостаточно – старые бизнес-процессы и модели планирования не были приспособлены для реализации интегрированного информационного пространства. В связи с этим в настоящее время фокус переместился с уровня ИТ в функционально-организационную плоскость.

Внедрение концепции SCM связано с развитием новых *организационно-функциональных схем взаимодействия предприятий*.

Реализованные проекты по внедрению концепции SCM показали возможность:

- снижения уровня запасов до 60 %;
- сокращения времени изготовления за счет согласования процессных цепей до 50 %;
- повышения прибыли на 30 % за счет оптимизации процесса создания стоимости и снижения транзакционных издержек;
- увеличения оборота и доли рынка на 55 % за счет улучшения реакционной способности системы и изменения отношений с клиентами.

Организация и управление бизнесом на основе концепции SCM включает в себя четыре основных этапа:

- интеграции всех партнеров цепи создания стоимости для решения общих задач на основе организации межфирменных кооперационных отношений;
- моделирования и реинжиниринга ключевых бизнес-процессов;
- разработки принципов построения и структуры системы интегрированного планирования и управления;
- разработки концепции информационных технологий для SCM.

Построение системы управления ЛЦ начинается с организации межфирменной кооперации. Эта фаза направлена на создание партнерских отношений между предприятиями – участниками ЛЦ. На фазе организации системы SCM решается комплекс задач, связанный с установлением договорных отношений между предприятиями, выбором формы организации кооперационных отношений, выработкой системы целей кооперации, определением ролей, ответственности и правил взаимодействия.

Фаза моделирования и реинжиниринга ключевых бизнес-процессов направлена на создание статического информационного портрета системы SCM. Задачи данного этапа состоят в выявлении и описании межорганизационных бизнес-процессов с помощью специальных инструментальных средств моделирования бизнес-процессов.

Построение интегрированной системы управления начинается с организационных изменений (реинжиниринга бизнес-процессов) и создания комплексных моделей планирования и управления ЛЦ. И лишь после синхронизации всех основных бизнес-процессов, разработки

стратегии и концептуальных моделей планирования и управления ЛЦ можно приступить к работам по внедрению информационных систем, поддерживающей интегрированное управление ЛЦ. Наиболее распространенными стратегиями подобной интеграции в концепции SCM являются CPFR, VMI, SCMo, CSRP, EVCM, ECR и др.

Этап разработки концепции информационных технологий является завершающим в построении системы SCM. Создание единого информационного пространства (ЕИП), то есть среды интегрированного планирования и управления всей ЛЦ, координации и коммуникации участников ЛЦ является важнейшей составляющей концепции SCM. К основным составляющим ЕИП для SCM относятся система планирования и оперативного управления. Система планирования базируется, как правило, на системах классов ERP, а система управления – на системах классов APS, SCM и Workflow-системах (Supply Chain Event Management). Тенденциями развития ИТ для SCM являются разработка систем класса E-SCM на основе интернет-технологий, а также обеспечение взаимодействия между различными классами систем, используемых различными участниками ЛЦ (Interoperability Tools). В концепции E-SCM Интернет выступает в качестве среды коммуникации партнеров в ЛЦ и их информационных систем.

ИТ выполняют роль информационной инфраструктуры, обеспечивающей реализацию бизнес-процессов и моделей планирования и управления ЛЦ. ИТ играют роль катализатора, позволяющего обеспечить принципиально новый уровень кооперационных отношений. С другой стороны, именно состояние развития ИТ во многом определяет решения, принимаемые на этапах организации кооперационных отношений, реинжиниринга бизнес-процессов и разработки моделей интегрированного планирования и управления ЛЦ.

Это еще раз подчеркивает тесную взаимосвязь и взаимообусловленность всех этапов организации и управления бизнесом на основе концепции SCM, что вызывает необходимость теоретического системного осмысления комплекса междисциплинарных проблем и выработки единых методологических основ организации и управления сложными кооперационными межфирменными сетевыми структурами.

В связи с этим большое значение приобретают разработка концептуальных моделей планирования и управления ЛЦ, постановка и формализация типовых задач планирования и управления ЛЦ.

При создании комплексных моделей планирования и управления ЛЦ большую роль играют системный учет факторов неопределенности с использованием специальной системы показателей, а также разработка специальных методов решения задач планирования и управления ЛЦ с учетом их особенностей. Важным элементом данного этапа является также разработка инструментальных средств для моделирования и оптимизации ЛЦ.

Развиваемый в данной книге подход к моделированию и оптимизации ЛЦ имеет как теоретическую, так и практическую значимость. Создание интегрированных формальных методов и моделей, учитывающих специфику сложных распределенных экономических систем, позволяет избежать чрезмерной абстрактности результатов, придать должное смысловое единство при решении различных задач управления ЛЦ, а также обеспечить выработку единых методологических основ моделирования и оптимизации ЛЦ.

В данной работе приведена методология построения интегрированных комплексных моделей для SCM и ВП, основными элементами которой являются мультиагентная система как концептуальный носитель модели, полимодельные комплексы и система адаптивного планирования и управления. Предложенная методология позволяет моделировать сложные открытые производственно-логистические системы с активными элементами, обеспечить рефлексию моделей планирования и оперативного управления ЛЦ и связь различных классов моделей ЛЦ. Для системного анализа задачи планирования и управления ЛЦ с учетом возмущающих факторов в данной работе предлагается ввести в рассмотрение определенную систему категорий, терминов, принципов, измерителей с использованием развитого понятийного аппарата, разработанного в теориях систем и управления для изучения факторов неопределенности, колебаний, надежности, чувствительности и устойчивости сложных систем.

Предложенные модели и методы управления ЛЦ реализованы в программном пакете «Supply Network Dynamic Control» и имеют большую практическую значимость. Использование методологии многоструктурных макросостояний позволяет представить и оценить не только результаты планирования, но и результаты функционирования ЛЦ на агрегированном уровне детализации (на уровне трех основных макросостояний: плановое, отклонения от плана, необходимость рекон-

фигурирования – и шести переходных макросостояний). Это дает возможность менеджерам получить комплексное представление о динамике выполнения заказов в ПЛС и сформировать необходимые управленческие воздействия (например, изменить структуру сети, привлечь в сеть дополнительные ресурсы, отказаться от выполнения части заказов, определить «узкие места» ЛЦ и т. д.).

Особенностью развиваемого подхода к моделированию и оптимизации ЛЦ является анализ устойчивости ЛЦ. Устойчивость может быть рассмотрена как дополнительная категория и индикатор для анализа, моделирования, планирования, оперативного управления и прогнозирования ЛЦ. Привлечение данного аппарата в модели планирования и управления ЛЦ, помимо развития теоретических основ ПЛС, имеет и *практическое значение*, в частности:

- повышение качества и точности планирования и управления;
- поддержка принятия решений менеджментом на уровнях целеполагания, планирования, мониторинга и регулирования ЛЦ;
- комплексный анализ деятельности ЛЦ;
- прогнозирование и выработка стратегических решений.

Использование данного аппарата предоставляет дополнительные возможности для анализа и прогнозирования процессов в ПЛС, а также повышения качества выработки управляющих воздействий в условиях неопределенности.

Так, например, в процессе выполнения заказа клиента в соответствии с требуемыми параметрами может возникать необходимость в перепланировании из-за различных отклонений. Анализ выполнения работ в ЛЦ с использованием рассмотренного выше аппарата может помочь вскрыть причины этих отклонений, провести анализ сделанных управляющих воздействий и их влияния на ЛЦ. Данные подобного анализа, несомненно, будут учтены при проектировании последующих ЛЦ (прогнозировании). Подобный анализ может проводиться и в процессе функционирования ЛЦ. На его основе появляются возможности улучшения планов и управляющих воздействий по ходу выполнения работ, а также структурной и параметрической адаптации моделей планирования и управления с учетом изменений условий функционирования ЛЦ.

Библиографический список

1. *Abdel-Malek L., Areeratchakul N.* An analytical approach for evaluating and selecting vendors with interdependent performance in a supply chain, *International Journal of Integrated Supply Chain Management*, Vol. 1, no. 1, 2003, PP. 64–78.
2. *Axelrod R.* *The Complexity of Cooperation: Agent-Based Models of Competition and Collaboration.* — Princeton Univ. Press, 1999.
3. *Alicke K.* *Planung und Betrieb von Logistiknetzwerken – Unternehmensübergreifendes Supply Chain Management.* Springer, Berlin Heidelberg New York, 2003.
4. *Bacquet J., Fatelnig P., Villasante J., Zweegers A.* An outlook of future research needs on networked organizations. In: *Virtual Enterprises and Collaborative Networks*, edited by L. Camarinho-Matos, Kluwer Academic Publishers, 2004, PP. 17–24.
5. *Ballou R.* *Business logistics management: Planning, organizing, and controlling the supply chain*, 4. Aufl., Upper Saddle River (NJ): Prentice-Hall, 1999.
6. *Bartsch H., Teufel T.* *Supply Chain Management mit SAP APO: Supply-Chain-Modelle mit dem Advanced Planner and Optimizer*, Bonn: Galileo Press, 2000.
7. *Bellmann R.* *Adaptive Control Processes: A Guided Tour*, Princeton Univ. Press, Princeton, New Jersey, 1972.
8. *Bertalanfy L. von.* *General System Theory – A Critical Review // General System*, Vol. VII, 1962, PP. 1–20.
9. *Bonabeau E., Dorigo M., Theraulaz G.* *From Natural to Artificial Swarm Intelligence.* — New York: Oxford University Press, 1995.
10. *Booch G., Jacobson I., Rumbaugh J.* *The Unified Modeling Language.* — Boston: Addison Wesley Publishing Company, 1998.
11. *Bramel J., Simchi-Levi D.* *The logic of logistics: Theory, algorithms, and applications for logistics management*, New York u.a.: Springer, 1997.
12. *Brewer P. C., Speh T. W.* Using the Balanced Scorecard to Measure Supply Chains Performance. In: *Journal of Business Logistics* 21 (2000)1, PP. 75–93.

13. *Burbridge J. L.* Period Batch Control. Oxford University Press, Oxford, 1996.
14. *Cachon G. P., Fisher M.* Supply chain inventory management and the value of shared information, in: *Management Science* 46 (2000), PP. 1032–1048.
15. *Camarinha-Matos L. M., Afsarmanesh H.* The emerging discipline of collaborative networks, In: *Virtual Enterprises and Collaborative Networks*, edited by L. Camarinha-Matos, Kluwer Academic Publishers, 2004, PP. 3–16.
16. *Casti J. L.* Connectivity, Complexity and Catastrophe in Large-Scale Systems, Wiley-Interscience, New York and London, 1979.
17. *Chandra C., Kamrani A. K.* Mass Customization: A Supply Chain Approach, Springer, 2004, P. 288.
18. *Chapman C., Ward S.* Project Risk Management. Wiley, Chichester, 1997.
19. *Chen F.* et al. Quantifying the bullwhip effect in a simple supply chain: The impact of forecasting, lead times, and information, in: *Management Science* 46 (2000), PP. 436–443.
20. *Christopher M.* Logistics and Supply Chain Management: Strategies for Reducing Cost and Improving Service (2nd Edition). — Pitman Publishing, 1999.
21. *Christopher M.* Logistics and Supply Chain Management. London, Prentice Hall, 1998.
22. *Cohen M. A., Lee H. L.* Strategic analysis of integrated production-distribution systems: Models and methods, in: *Operations Research* 36 (1988), PP. 216–228.
23. Collaborative Networked Organizations: A Research Agenda for Emerging Business Models, Luis M. Camarinha-Matos, Hamideh Afsarmanesh (Edit.). Kluwer Academic Publishers, 2004, P. 346.
24. *Conway R. W.* et. al. Theory of Scheduling. — Reading, Massachussets: Addison Wesley, 1967.
25. *Corne D., Dorigo M., Glover F.* New Ideas in Optimization. — Mc Graw Hill, 1999.
26. *Corsten H., Gössinger R.* Multiagentensysteme. In: *Das Wirtschaftsstudium*, 27. Jg. (1998), S. 428–442.
27. *Croston J. D.* Forecasting and stock control for intermittent demands, in: *Operational Research Quarterly* 23 (1972), PP. 289–303.
28. *Das T. K., Teng B. S.* Managing risks in strategic alliances. *Academy of Management Executive* 13, 1999, PP. 50–62.
29. *Davidow W., Malone M.* The Virtual Corporation: Structuring and Revitalizing The Corporation for the 21st Century. — New York: Harper Collins, 1992.

30. *Ebel B.* Produktionswirtschaft, 8. Aufl., Kiehl Verlag, Ludwigshafen, 2003.
31. *Eberhart H.* Swarm Intelligence. — Morgan Kaufmann, 2001.
32. *Federgruen A., Zipkin P.* Allocation policies and cost approximations for multilocation inventory systems, in: Naval Research Logistics Quarterly 31 (1984), PP. 97–129.
33. *Ferber J.* Multi-Agent Systems: An Introduction to Distributed Artificial Intelligence. — Harlow: Addison Wesley, 1999.
34. *Forrester J. W.* Industrial Dynamics. MIT Press, Cambridge, 1961.
35. *Fox M. S., Barbuceanu M., and Teigen R.* Agent-Oriented Supply Chain Management System, International Journal of Flexible Manufacturing Systems, no. 12 (2000), PP. 165–188.
36. *Gaitanides M.* Prozessmanagement: Konzepte, Umsetzungen und Erfahrungen der Reengineering. — Muenchen; Wien: Hanser, 1994.
37. *Glaser H., Geiger W., Rohde V.* PPS — Produktionsplanung und -steuerung: Grundlagen — Konzepte — Anwendungen, 2. Aufl., Wiesbaden: Gabler, 1992.
38. *Goranson H. T.* The Agile Virtual Enterprise: Cases, Metrics, Tools.-Quorum Books, 1999.
39. *Graves S. C., Rinnooy Kan A. H. G., Zipkin, P. H. (Hrsg.)*. Logistics of production and inventory, Amsterdam et al.: North-Holland, 1993 (Handbooks in Operations Research and Management Science; 4).
40. *Hallikas J., Karvonen I., Pulkkinen U., Virolainen V.-M., and Tuominen M.* Risk management processes in supplier networks, International Journal of Production Economics, Vol. 90, no. 1, 2004, PP. 47–58.
41. *Hammer M, Champy J.* Business Reengineering: Die Radikalkur fuer das Unternehmen, 5. Aufl. Campus, Frankfurt/ Main, 1995.
42. *Hammer M., Champy G.* Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution. — Harpercollins, 1993.
43. *Handfield R. B, Nichols E. L.* Introduction to Supply Chain Management. Prentice Hall, New Jersey, 1999.
44. *Handy C.* Trust and virtual organazitaion. In: Harward Business Review, Vol. 73, 1995. — PP. 40–50.
45. *Helfrich C.* Praktisches Prozess-Management. Vom PPS-System zum Supply Chain Management: Hanser Fachbuch, 2001.
46. *Heuser R.* Integrierte Planung mit SAP. Konzeption, Methodik, Vorgehen. — Galileo Press, 2001.
47. *Hewitt C. E.* Viewing control structures as patterns of passing messages. In: Artificial Intellegence 8 (3), PP. 323–364, 1977.

48. *Ivanov D., Arkhipov A., Sokolov B.* Intelligent Supply Chain Planning in Virtual Enterprises, In: *Virtual Enterprises and Collaborative Networks*, edited by L. Camarinho-Matos, Kluwer Academic Publishers, PP. 215–223.
49. *Ivanov D. A.* A Formal Model of Supply Chain Scheduling in Competence Based Production Networks. 4. internationale Tagung «Vernetzt planen und produzieren», Chemnitz, September 27–28, 2004, S. 343–348.
50. *Ivanov D. A., Käschel J.* Vernetzte Planung und kontinuierliche Lieferkettenoptimierung, *PPS-Management*, no. 4(2003), PP. 29–32.
51. *Ivanov D., Käschel J., Arkhipov A., Sokolov B., Zschorn L.* Quantitative models of Collaborative Networks, In: *Collaborative Networks and Breeding Environments*, Springer, 2005.
52. *Jacucci G., Oling G.* Globalisation of Manufacturing in the Digital Communications Era. – Kenneth Preiss, 1998.
53. *Jansen S.* Mergers and Acquisitions. Unternehmensakquisitionen und Kooperationen. – Wiesbaden: Th. Gabler Verlag, 2001.
54. *Jehle E., Hellingrath B., Kaczmarek M., Witthaut M.* Zentrale versus dezentrale Organisationskonzepte zur Planung und Steuerung von Logistiknetzwerken. Eingereicht bei der Zeitschrift *Logistik Management*, 2003.
55. *Kaihara T.* Enterprise negotiation algorithm with walrasian virtual market', In: *Virtual Enterprises and Collaborative Networks*, edited by L. Camarinho-Matos, Kluwer Academic Publishers, 2004, PP. 227–224.
56. *Kaiser S., Kaiser W.* Chance Kooperation. Ein Leitfaden fuer kleine und mittlere Unternehmen. *LOG _ X*, Stuttgart, 2000.
57. *Kaluza B., Blecker T.* Produktions und Logistikmanagement in virtuellen Unternehmen und Unternehmensnetzwerken. – Springer, 2000.
58. *Käschel J., Teich T., Meier B.* Evolutionary algorithms – hope for computer assisted shop floor scheduling?, in: *Proc. of Int'l. Conf. on Integrated Production Management*, IFIP WG 5.7, Troms Norwegen, 2000, S. 63–68.
59. *Kassel S.* Multiagentensysteme als Ansatz zur Produktionsplanung und steuerung. In: *Information Management*. – Muenchen, Band 11, Heft 1/1996, 1996. – S. 46–50.
60. *Kemmner G.-A., Gillessen A.* Virtuelle Unternehmen. Ein Leitfaden zum Aufbau und zur Organisation einer mittelstaendischen Unternehmenskooperation. – Heidelberg: Physica-Verlag, 1999.
61. *Knolmayer G., Mertens P., Zeier A.*: Supply Chain Management auf Basis von SAP-Systemen: Perspektiven der Auftragsabwicklung für Industriebetriebe, Berlin u. a.: Springer, 2000.
62. *Krallmann H., Albayrak S.* Open Agent architecture for the realization of holonic manufacturing systems in: Kaluza B. (Hrsg.) *Produktions und*

- Logistikmanagement in virtuellen Unternehmen und Unternehmensnetzwerken. – Berlin: Springer, 2000.
63. *Kuhn A., Hellingrath B.* Supply Chain Management: Optimierte Zusammenarbeit in der Wertschoepfungskette, Springer-Verlag, 2002.
64. *Lawrenz O., Hildebrand K., Nenninger M.* Supply Chain Management. Strategien, Konzepte und Erfahrungen auf dem Weg zu E – Business Networks. Vieweg/ Gabler, Braunschweig/ Wiesbaden, 2000.
65. *Lee D.* Strategic CRM: the complete implementation manual. – High-Yield Marketing Press, 2002.
66. *Lee H. L.* Effective inventory and service management through product and process redesign, in: Operations Research 44 (1996), PP. 151–159.
67. *Lee H. L., Padmanabhan P., Whang S.* Information distortion in a supply chain: The bullwhip effect, in: Management Science 43 (1997), PP. 546–558.
68. *Lee H. L., Padmanabhan V., Whang S.* The Billwhip-Effect in Supply Chains, Sloan Management Review 38, 1997, Spring, PP. 93–102.
69. *Lunn T., Neff S.* MRP Integrating Material Requirement Planning and Modern Business. – McGraw-Hill, 1992.
70. *Marca D., Clarence L.* IDEF0 – Sadt Business Process & Enterprise Modelling. – McGowan Eclectic Solutions Corp, 1993.
71. *Marca D., Clarence L.* SADT: Structured Analysis and Design Techniques. – McGraw-Hill Software Engineering Series, 1987.
72. *Marshall C.* Enterprise Modeling with UML: Designing Successful Software through Business Analysis (The Addison-Wesley Object TechnologySeries). – Addison Wesley Publishing Company, 1999.
73. *McCullen P., Towill D.* Diagnostics and reduction of bullwhip in supply chains, Supply Chain Management 7(2002), no. 3, PP. 164–179.
74. *Mesarovic M. D., Takahara Y.* General Systems Theory: Mathematical Foundations, Academic Press, New York, Can Francisco, London, 1975.
75. *Miles R. E., Snow C. C.* Causes of Failure in Network Organazations. In: CMR 34 (1992) 4, S. 53–72.
76. *Nakashima K. and Gupta S. M.* Performance evaluation of a supplier management system with stochastic variability', International Journal of Manufacturing Technology and Management, Vol. 5, no. 1/2, 2003, PP. 28–37.
77. *Porter M. E.* From Competitive Advantage to Corporate Strategy. In: Harvard Business Review, 1987, PP. 43–59.
78. *Porter M. E.* Strategy and the Internet. In: Harvard Business Review, March 2001.
79. Quantitative Models for Supply Chain Management, edited by Tayur, S., Ganeshan, R., and Magazine, M., Kluwer Academic Publishers, 1999.

80. *Quatrami T.* Visual Modeling with Rational Rose and UML. – Addison Wesley, 1999.
81. *Rabelo R. J., Klen A. A. P., and Klen E. R.* Multi-Agent System for Smart Coordination of Dynamic Supply Chains, Proceedings of the 3rd International conference on Virtual Enterprises PRO-VE'2002, PP. 379–387.
82. *Rayward-Smith V. J. At.al.* Modern Heuristic Search Methods. – John Wiley&Sons, 1996.
83. Rühle von Linienstein H. Planung und Organisation der Kooperation. In: Boettcher E (Hrsg) Theorie und Praxis der Kooperation. Tuebingen, 1972, PP. 19–33.
84. *Rumbaugh J., Jacobson I., Booch G.* Unified Modelling Language Reference Manual. – Addison Wesley, 1999.
85. *Saaty T. L.* The Analytical Hierarchy Process, McGraw Hill, New York, 1980.
86. *Sarker R. A. at al.* Heuristic and Optimization for Knowledge Discovery. – Idea Group Publishing, 2002.
87. *Scheer A.-W.* ARIS – Modellierungsmethoden, Metamodelle, Anwendungen. 3., völlig Neubearb. u. erw. Aufl., Springer Verlag, Berlin et al. 1998.
88. *Scheer A.-W.* ARIS – Vom Geschäftsprozess zum Anwendungssystem. 3, voellig Neubearb. u. erw. Aufl., Springer Verlag, Berlin et al. 1998.
89. *Schoeneburg E. et al.* Genetische Algorithmen und Evolutionsstrategien. Bonn, Muenchen, Paris: Addison Wesley, 1994.
90. *Schuh G., Wiendahl H.-P.* Komplexitaet und Aquilitaet. – Berlin: Springer, 1997.
91. *Seifert D.* Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment – How to create a Supply Chain Advantage. – Galileo Press, 2002.
92. *Seuring, S., Mueller M., Goldbach M., Schneidewind U. (Hrsg.)* Strategy and Organization in Supply Chains, 2003.
93. *Seuring S., Goldbach M., and Koplín J.* Managing time and complexity in supply chains: two cases from the textile industry, International Journal of Integrated Supply Chain Management, Vol. 1, no. 2, 2004, PP. 180–198.
94. *Shaw M. J. P.* Dynamic scheduling in cellular manufacturing systems: a framework for networked decision making // International Journal of Production Research, 1987. – № 7. PP. 83–94.
95. *Shen W. at. al.* Multi-Agent Systems for Concurrent Intelligent Design and Manufacturing. – Taylor&Francis Group, 2001.
96. *Silva C. A, Runkler T., Sousa J. M., Palm R.* Optimization of logistic processes using ant colonies. In: Proceedings of Agent-Based Simulation, 3: 2000, PP. 143–148.

97. *Silver E. A., Pyke D. F., Peterson R.* Inventory management and production planning and scheduling, 3. Aufl., New York et al.: Wiley, 1998.
98. *Simchi-Levi D., Kaminsky P., Simchi-Levi, E.* Designing and managing the supply chain: Concepts, strategies, and case studies, Boston et al.: McGraw-Hill, 1999.
99. *Sokolov B. V., Yusupov R. M.* Complex Simulation of Automated Control System of Navigation Spacecraft Operation, *International Journal of Automation and Information Sciences*, Vol. 34, № 10, 2002, PP. 19–30.
100. *Sokolov B. V. and Yusupov R. M.* Conceptual Foundations of Quality Estimation and Analysis for Models and Multiple-Model Systems, *International Journal of Computer and System Sciences*, no. 6 (2004), PP. 5–16.
101. *Sorensen L. B.* How risk and uncertainty is used in supply chain management: a literature study, *International Journal of Integrated Supply Chain Management*, Vol. 1, no. 4, 2005, PP. 387–409.
102. *Stadtler, H./Kilger, C.* (Hrsg.). Supply chain management and advanced planning: Concepts, models, software and case studies, Berlin u.a.: Springer, 2000.
103. *Staudt E., Toberg M., Linne H., Bock J., Thielemann F.* Kooperationshandbuch. Schaeffer – Poeschel Verlag, Stuttgart, 1992.
104. *Sterman J. D.* Business dynamics: systems thinking and modeling for complex world, McGraw-Hill, 2000.
105. *Stock R.J., Lambert M.D.* Strategic Logistics Management. — McGraw-Hill, Irwin, 2001. — PP. 682.
106. *Suedow J.* Strategische Netzwerke. Evolution und Organisation. — Wiesbaden, 1992.
107. Supply Chain Management: Design, Coordination and Operation, edited by de Kok A. G. and Graves S. C., Elsevier, 2004, PP. 752.
108. *Swaminathan J. M., Smith S. F., and Sadeh N. M.* Modeling Supply Chain Dynamics: A Multiagent Approach, *Decision Science*, no. 29(3), 1998, PP. 607–632.
109. *Taha H. A.* Operations Research: An Introduction (6th Edition). — Prentice Hall, 1996.
110. *Tayur S., Ganeshan R., Magazine M. (Ed.).* Quantitative models for supply chain management, Boston/Dordrecht/London: Kluwer, 1999.
110. *Teich T.* Hierarchielose regionale Produktionsnetzwerke. — Chemnitz: GUV-Verlag, 2001.
112. *Teich T.* Optimierung von Maschinenbelegungsplänen unter Benutzung heuristischer Verfahren. — Koeln: Josef Eul Verlag, 1998. — S. 232.
113. *Teich T.* Extended Value Chain Management (EVCM), Verlag der GUC, Chemnitz, 2003.

114. *Tempelmeier H.* Inventory service-levels in the customer supply chain, in: OR Spektrum 22 (2000), PP. 361–380.
115. *Textile Netzwerke und Virtuelle Unternehmen // Wirtschaft in Suedwestsachsen, 2001, № 12, S. 8–9.*
116. *Thaler K.* Supply Chain Management. Prozessoptimierung in der logistischen Kette. — Koeln, Fortis Vlg., 2001.
117. *Virtual Enterprises and Collaborative Networks*, edited by L.Camarinha-Matos, Kluwer Academic Publishers, 2004, P. 610.
118. *Vutrich H. A.* Forms of Virtual Enterprise // Management Today, 1997, № 5. PP. 35–37.
119. *Wang L., Norrie D. H.* Process Planning and Control in a Holonic Manufacturing Environment // Journal of Applied Systems Studies. 2001, № 2(1), PP. 106–126.
120. *Warnecke HJ, Braun J.* Vom Fraktal zum Produktionsnetzwerk. Springer, Berlin, Heidelberg u.a., 1999.
121. *Weber J.* Kennzahlen fuer die Logistik. — Stuttgart: Schaeffer Vlg., 1995.
122. *Weber C. A., Current R. J. and Benton W. C.* Vendor selection criteria and methods, European Journal of Operational Research, Vol. 50, no. 2, 1991, PP. 2–18.
123. *Weigelt M.* Dezentrale Produktionsplanung mit Agenten-Systeme. Wiesbaden: Gabler Verlag, 1994.
124. *Wenzel R. et al.* Industriebetriebslehre. Leipzig: Hanser Fachbuch, 2001.
125. *Werner H.* Supply Chain Management. Grundlagen, Strategien, Instrumente und Controlling. Gabler, Wiesbaden, 2000.
126. *Wiendahl H.-P.* Erfolgsfaktor Logistikqualitaet. Vorgehen, Methoden und Werkzeuge zur Verbesserung der Logistikleistung. — Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2001.
127. *Wildemann H.* Kooperationen ueber die Wertschoepfungskette. In: Corsten H, Reiss M (Hrsg) Handbuch Unternehmensfuehrung. Konzepte — Instrumente — Schnittstellen. Wiesbaden, 1995.
128. *Wildemann H.* Die modulare Fabrik, 5. Aufl., Muenchen, 1998.
129. *Wildemann H.* Efficient Consumer Response, 6. Aufl., TCW-Verlag, Muenchen, 2004.
130. *Wildemann H.* Entstoermanagement, 12. Aufl., TCW-Verlag, Muenchen, 2004.
131. *Wildemann H.* Kernkompetenzen, 9. Aufl., TCW-Verlag, Muenchen, 2004.
132. *Wildemann H.* Logistik Prozessmanagement, 2. Aufl., TCW-Verlag, Muenchen, 2001.
133. *Wildemann H.* Productions- und Zuliefernetzwerke, 9. Aufl., TCW-Verlag, Muenchen, 2004.

134. *Wildemann H.* Schnell lernende Unternehmen, 2. Aufl., TCW-Verlag, Muenchen, 2001.
135. *Wildemann H.* Supply Chain Management, 5. Aufl., TCW-Verlag, Muenchen, 2004.
136. *Winand U., Nathusius K.* Unternehmensnetzwerke und virtuelle Organisationen. — Schäffer-Poeschel Verlag, 1998.
137. *Wirth S., Baumann A.* Wertschoepfung durch vernetzte Kompetenz. — Praxisreihe Logistik, Band 1, Huss-Verlag, Muenchen, 2001.
138. *Woodward J.* Industrial Organisation: Theory and Practise. Oxford University Press, London, 1965.
139. *Yusupov R., Rozenwasser E.* Sensitivity of Automatic Control Systems, CRS Press, London, New York, 1999.
140. *Zäpfel G., Piekarz B.* Supply Chain Controlling: Interaktive und dynamische Regelung der Material- und Warenflüsse, Wien: Überreuter, 1996.
141. *Zäpfel G., Wasner M.* Modellierung von Logistikketten und Möglichkeiten der Optimierung, gezeigt an einem Praxisfall der Stahllogistik, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft 70 (2000), S. 267–288.
142. *Zschorn L., Ivanov D. A., Jaehn H., Fischer M.* An integrated modeling approach of supply chain planning and control in production networks. Proceedings of the 3rd international workshop on SCM and information systems, Thessaloniki, Greece, 2005.
143. *Zschorn L.; Jähn H.; Zimmermann M.; Teich T.; Gebhardt R.* Monitoring in non-hierarchical Production Networks. In: Proceedings of the 8th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics, Orlando, Florida (USA), July 18–21, 2004, Vol. VIII, PP. 393–398.
144. *Акофф Р.* Планирование будущего корпорации. — М.: Сирин, 2002.
145. *Акофф Р.* Планирование в больших экономических системах. — М.: Советское радио, 1972.
146. *Акофф Р., Эмери Ф.* О целеустремленных системах. — М.: Советское радио, 1974.
147. *Алексеев Н.* Эволюция систем управления предприятием // Проблемы теории и практики управления, 1999. — № 2.
148. *Андрейчиков А. В., Андрейчикова О. Н.* Интеллектуальные информационные системы: Учебник. — Финансы и статистика, 2004.
149. *Андрейчиков А. В., Андрейчикова О. Н.* Анализ, синтез, планирование решений в экономике: Учебник. — Финансы и статистика, 2002.
150. *Архипов А. В.* Эвристические методы в управлении. — Л.: Изд-во ЛГУ, 1983.

151. *Архипов А. В., Иванов Д. А.* Виртуальное предприятие: функции, организация и оперативное управление // *Индустрия*, 2003. — № 1(31). — С. 54–57.
152. *Архипов А. В., Иванов Д. А.* Обобщенная задача оперативного планирования работ в производственно-логистических сетях // *Информационные технологии*, 2005. — № 3.
153. *Архипов А. В., Иванов Д. А.* Управление цепями поставок в виртуальных предприятиях // *Логистика и управление цепями поставок*, 2004. — № 1. — С. 36–40.
154. *Бауэрсокс Д., Клосс Д.* Логистика. Интегрированная цепь поставок. — М.: ЗАО Олимп-бизнес, 2001.
155. *Беллман Р.* Процессы регулирования с адаптацией. — М.: Наука, 1964.
156. *Бочарников В. П.* Fuzzy-технология: математические основы. Практика моделирования в экономике. — М.: Наука, 2001.
157. *Бурбаки Н.* Теория множеств. — М.: Мир, 1965.
158. *Бурков В., Новиков Д.* Теория активных систем. — М.: Синтег, 1999.
159. *Бурков В. Н., Ириков В. А.* Модели и методы управления организационными системами. — М.: Наука, 1994.
160. *Городецкий В. И., Грушинский М. С., Хабалов А. В.* Многоагентные системы // *Новости искусственного интеллекта*, 1997. — № 1.
161. *Васильев С. Н.* От классических задач регулирования к интеллектуальному управлению // *Теория и системы управления*, 2001. — № 1. — С. 5–22; № 2. — С. 5–21.
162. *Вентцель Е. С.* Исследование операций. Задачи, принципы, методология. — М.: Высшая школа, 2001.
163. *Волкова В. Н., Денисов А. А.* Основы теории систем и системного анализа: Учебник для студентов вузов. — СПб.: СПбГТУ, 1999.
164. *Вютрих Х., Филип А.* Виртуализация как возможный путь развития управления // *Проблемы теории и практики управления*, 1999. — № 5.
165. *Гаврилов Д. А.* Управление производством на базе стандарта MRP-II. — СПб.: Питер, 2002.
166. *Гаврилова Т. А.* Базы знаний интеллектуальных систем. — СПб.: Питер, 2000.
167. *Геттинг Б.* Международная производственная кооперация в промышленности. Роль логистики в усилении конкурентоспособности хозяйственных структур / Пер. с нем. — М.: Дело, 2000.
168. *Девятков В. В.* Системы искусственного интеллекта. — М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2001.

169. *Дедов О. А.* Управление экономической адаптацией промышленного предприятия. — Екатеринбург, 2002.
170. *Джексон П.* Введение в экспертные системы. — М.: Вильямс, 2000.
171. *Дмитров В. И.* Опыт внедрения CALS за рубежом // Автоматизация проектирования, 1997. — № 1.
172. *Заде Л. А.* Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений. — М.: Мир, 1976.
173. *Зайцев Е. И.* Логистика и синергетика. Новая парадигма в теоретической логистике // Логистика и управление цепями поставок, 2004. — № 1.
174. *Занг В. Б.* Синергетическая экономика. Время и переменны в нелинейной экономической теории. — М.: Мир, 1999.
175. *Иванов Д. А.* Supply chain management: тенденции развития // Тезисы докладов IV международной научно-практической конференции «Логистика: современные тенденции развития» 21–22 апреля 2005. — СПб., 2005. — С. 93–98.
176. *Иванов Д. А.* Виртуальные предприятия и логистические цепи: комплексный подход к организации и оперативному управлению в новых формах производственной кооперации. — СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2003.
177. *Иванов Д. А.* Динамический синтез и реконфигурирование цепей поставок производственно-логистических сетей в условиях неопределенности // Логистика и управления цепями поставок, 2004. — № 4–5. — С. 28–37.
178. *Иванов Д. А.* Разработка модели управления логистическими цепями в сложных производственных структурах // Бизнес и логистика — 2003: Сборник материалов V Московского международного логистического форума. — М.: Печатный дом Столичный бизнес, 2003. — С. 33–37.
179. *Иванов Д. А.* Разработка системы оперативного управления в новых организационных формах производственной кооперации: Диссертация. — СПб., 2002.
180. *Иванов Д. А.* Решение задач моделирования и оптимизации логистических сетей на основе агенто-ориентированного подхода // Интегрированная логистика, 2004. — № 6. — С. 2–4.
181. *Иванов Д. А.* Современные формы интегрированной логистики: виртуальные предприятия и логистические цепи // Интегрированная логистика, 2004. — № 3. — С. 2–7.
182. *Иванов Д. А., Архипов А. В., Соколов Б. В.* Общая постановка задачи синтеза логистических цепей в виртуальных предприятиях в условиях неопределенности. Труды VI Международной школы «Моделирова-

- ние и анализ безопасности и рисков в сложных системах». — СПб., 2005.
183. *Калинин В. Н., Резников Б. А.* Теория систем и управления (структурно-математический подход). — Л.: ВИКИ, 1987.
184. *Каплан Р., Нортон Д.* Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию. — М.: Олимп-бизнес, 2003.
185. *Козелецкий Ю.* Психологическая теория решений. — М.: Прогресс, 1979.
186. *Козье Д.* Электронная коммерция. — М.: Русская редакция, 1999.
187. *Леоненков А. В.* Самоучитель UML. — СПб.: БХВ-Петербург, 2001.
188. *Леонтьев В.* Новейшая энциклопедия Интернет. — М.: Олма-Пресс, 2001.
189. *Линдерс М., Ферон Х.* Управление снабжением и запасами. Логистика. — СПб.: Полигон, 1999.
190. Логистика: управление цепями поставок, 2004. — № 4–5.
191. Логистика: управление цепями поставок, 2005. — № 1–2.
192. *Маклаков С. В.* Врwin и Erwin. CASE-средства разработки информационных систем. — М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 1999.
193. *Манюшис А., Смольянинов В., Тарасов В.* Виртуальное предприятие как эффективная форма организации внешнеэкономической деятельности // Проблемы теории и практики управления, 2003. — № 4. — С. 89–93.
194. *Месарович М., Мако Д., Такахара Я.* Теория иерархических многоуровневых систем. — М.: Мир, 1973.
195. *Миروتин Л. Б., Ташбаев Ы. Э.* Системный анализ в логистике: Учебник. — М.: Экзамен, 2002.
196. *Миروتин Л. Б., Некрасов А. Г.* Логистика интегрированных цепочек поставок: Учебник. — М.: Экзамен, 2003.
197. Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах: Труды международной Научной школы (МАБР). — 2003. — СПб.: Изд-во СПбГУАП, 2003.
198. *Моисеев Н. Н.* Элементы теории оптимальных систем. — М.: Наука, 1975.
199. *Моисеев Н. Н.* Математические задачи системного анализа. — М.: Наука, 1981.
200. *Некрасов А. Г.* Взаимодействие информационных ресурсов в логистических цепочках поставок (на примере транспортной отрасли). — М.: Технополиграфцентр, 2002.
201. *Орловский С. А.* Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. — М.: Наука, 1981.

202. Паулэр Г., Мартэнс И. Интеграция логистики снабжения и логистики готовности к поставкам в производственные сети // *Логинфо*, 2001. № 11.
203. Подчасова Т. П., Португал В. М., Татаров В. А., Шкурба В. В. Эвристические методы календарного планирования. — Киев: Техника, 1980.
204. Носпелов Д. А. Ситуационное управление: теория и практика. — М.: Наука, 1986.
205. Растригин Л. А. Адаптация сложных систем. — Рига: Зинатне, 1981.
206. Робсон М., Уллах Ф. Практическое руководство по реинжинирингу бизнес-процессов. — М.: ЮНИТИ, 1997.
207. Ройсс М. Границы «безграничных» предприятий: перспективы сетевых организаций / Тематический сборник статей «Организация: теория, структура, проектирование, изменения». Вып. 2. — М.: Проблемы теории и практики управления, 2000.
208. Рябинин И. А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем. — СПб.: Политехника, 2002.
209. Саати Т. Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий (Analytic Hierarchy Process). — М.: Радио и связь, 1989.
210. Саати Т., Керис К. Аналитическое планирование и организация систем. — М.: Радио и связь, 1991.
211. Савин Г. И. Системное моделирование сложных процессов. — М.: Фазис, 2000.
212. Сергеев В. И. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов. — М.: ИНФРА-М, 2004.
213. Сергеев В. И. Логистические системы мониторинга цепей поставок: Учебное пособие. — М.: ИНФРА-М, 2003.
214. Сергеев В. И. Управление ценами поставок в России: миф или реальность? // *Логистика и управления цепями поставок*, 2004. — № 1. — С. 14–33.
215. Скурихин В. И., Забродский В. А., Копейченко Ю. В. Адаптивные системы управления машиностроительным производством. — М.: Машиностроение, 1989.
216. Смирнов А. В., Левашова Т. В., Пашкин М. П., Шилов Н. Г. Многоагентный подход к системе интеграции знаний // *Известия вузов. Приборостроение*, 2003. — № 3.
217. Соколов Б. В., Юсупов Р. М. Концептуальная и теоретико-множественная модель управления структурной динамикой космических средств // *Мехатроника, автоматизация, управление*, 2003. — № 5.

218. Соколова А. Н., Геращенко Н. И. Электронная коммерция: мировой и российский опыт. — М.: Открытые системы, 2000.
219. Соложенцев Е. Д. Сценарное логико-вероятностное управление риском в бизнесе и технике. — СПб.: Бизнес-Пресса, 2004.
220. Старобин А. А. Менеджмент на практическом опыте компаний США, Японии, Западной Европы. — М.: Книжный мир, 2002.
221. Сток Д. Р., Ламберт Д. М. Стратегическое управление логистикой / Пер. с англ. — М.: ИНФРА-М, 2005.
222. Субконтрактинг: Методическое пособие. — М.: Межрегиональный центр субконтрактации, 2004.
223. Танаев В. С., Шкурба В. В. Введение в теорию расписаний. — М.: Наука, 1975.
224. Тарасов В. Б. Новые стратегии реорганизации и автоматизации предприятий: на пути к интеллектуальным предприятиям // Новости искусственного интеллекта, 1996. — № 4. — С. 40–84.
225. Таха Х. Введение в исследование операций. — М.: Вильямс, 2001.
226. Тельнов Ю. Ф. Интеллектуальные информационные системы в экономике. Дополненное. — М.: СИНТЕГ, 1999.
227. Форрестер Дж. Динамика развития города. — М.: Прогресс, 1974.
228. Форрестер Дж. Мировая динамика. — М.: Наука, 1978.
229. Хаммер М., Чампи Дж. Реинжиниринг корпорации.— СПб.: Изд-во СПбГУ, 1997.
230. Хан Д. Планирование и контроль: концепция контроллинга: Пер. с нем. / Под ред. и с предисл. А. А. Турчака, Л. Г. Головача, М. Л. Лукашевича. — М.: Финансы и статистика, 1997.
231. Хуторской А. В. Эвристическое обучение: теория, методология, практика. — М.: Международная педагогическая академия, 1998.
232. Цвиркун А. Д. Основы синтеза структуры сложных систем. — М.: Наука, 1982.
233. Цыпкин Я. З. Адаптация и обучение в автоматических системах. — М.: Наука, 1969.
234. Черемных С. В., Семенов И. О., Ручкин В. С. Структурный анализ систем: IDEF-технологии. — М.: Финансы и статистика, 2001.

БЛАНК-ЗАЯВКА

Да, я хочу получить подарок – журнал «ЛОГИСТИК&система»,
поэтому высылаю заполненный бланк-заявку по адресу

**127015, Москва, а/я 100, «Главбух»
с пометкой «Журнал «ЛОГИСТИК&система»**

от читателя книги _____
(название, автор)

**e-mail: logistpro@fr.ru <mailto:logistpro@fr.ru>
или по факсу: (095) 788-53-01**

Ваши координаты:

Ф.И.О. получателя (полностью) _____

Полное название организации,
где Вы работаете _____

Должность _____

Сфера деятельности Вашей компании _____

Почтовый адрес компании

Индекс _____ Область/край _____

Город _____ Улица _____

Дом _____ Корпус _____

Строение _____ Офис/квартира _____

Контактный телефон _____

Факс _____

E-mail _____