

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Тамбовский государственный технический университет»

**В.А. Погонин, А.Г. Схиртладзе,  
С.И. Татаренко, С.Б. Путин**

# **КОРПОРАТИВНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ**

*Допущено Учебно-методическим объединением вузов  
по образованию в области автоматизированного  
машиностроения (УМО АМ) в качестве учебного пособия  
для студентов высших учебных заведений, обучающихся по  
направлению подготовки «Автоматизация технологических  
процессов и производств (машиностроение)»*



---

Тамбов  
Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ»  
2012

УДК 681.324(03)  
ББК 32.988я22  
К688

Рецензенты:

Доктор физико-математических наук, профессор  
заведующий кафедрой «Прикладная математика и информатика»  
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»

*С.М. Дзюба*

Доктор технических наук, профессор,  
заведующий кафедрой «Компьютерное и математическое  
моделирование» ФГБОУ ВПО «ТГУ им. Г.Р. Державина»

*А.А. Арзамасцев*

К688 Корпоративные информационные системы : учеб. пособие /  
В.А. Погонин, А.Г. Схиртладзе, С.И. Татаренко, С.Б. Путин. –  
Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 144 с. –  
400 экз. – ISBN 978-5-8265-1114-5

Представлены основные сведения о современных информационных системах (ИС). Приведены характеристики основных стандартов IDEF – описания и анализа бизнес-процессов. Изложены методологии и технологии проектирования информационных систем с применением современных CASE-средств. Рассмотрены примеры корпоративных информационных систем (КИС), таких как MRP, MRPII, ERP, ERP II.

Предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки «Автоматизация технологических процессов и производств (машиностроение)».

УДК 681.324(03)  
ББК 32.988я22

**ISBN 978-5-8265-1114-5**

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВПО «ТГТУ»), 2012  
© Погонин В.А., Схиртладзе А.Г., Татаренко С.И., Путин С.Б., 2012

# СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	4
Список сокращений .....	6
1. Предприятие как объект автоматизации .....	14
1.1. История автоматизированных систем управления предприятием	14
1.1.1. Информационная система .....	17
1.2. Информационное обследование предприятия .....	23
1.3. Реинжиниринг и бизнес-процессы .....	26
1.4. Стандарты описания, анализа и реорганизации бизнес-процессов	31
1.4.1. Методология функционального моделирования SADT .....	33
1.4.2. Стандарт IDEF0 .....	42
1.4.3. Стандарт IDEF1X .....	47
1.4.4. Стандарт IDEF3 .....	52
1.4.5. Методология функционально-стоимостного анализа .....	58
Контрольные вопросы .....	64
2. Основы методологии проектирования информационных систем .....	66
2.1. Жизненный цикл программного обеспечения информационных систем .....	66
2.2. Модели жизненного цикла программного обеспечения информационных систем .....	68
2.3. Методологии и технологии проектирования информационных систем (CASE-средства) .....	71
2.4. Структурный подход к проектированию информационных систем .....	73
2.4.1. Моделирования потоков данных (процессов) DFD .....	74
2.4.2. CASE-средство Egwin7 .....	80
Контрольные вопросы .....	90
3. Корпоративные информационные системы .....	91
3.1. Описание базовых принципов MRP .....	91
3.1.1. MRP-система .....	92
3.1.2. Планирование производственных мощностей с помощью CRP-системы .....	98
3.1.3. Замкнутый цикл MRP (Closed loop MRP) .....	102
3.1.4. MRP II-система .....	103
3.2. ERP-система .....	118
3.2.1. Логистика в ERP-системе .....	125
3.2.2. Центры обработки данных для ERP-системы .....	128
3.2.3. ERP II-система .....	134
3.3. Другие методики .....	140
Контрольные вопросы .....	141
Заключение .....	142
Список литературы .....	143

## **ВВЕДЕНИЕ**

---

---

С точки зрения системного подхода все организации весьма похожи друг на друга. В структуру каждой из них, независимо от рода деятельности, входят многочисленные подразделения, непосредственно осуществляющие тот или иной вид деятельности организации, а также дирекция, бухгалтерия, канцелярия и т.д. Подразделения организации пронизаны вертикальными и горизонтальными связями, они обмениваются между собой информацией, а также выполняют отдельные части одной «большой работы». При этом некоторые из подразделений, например, дирекция, финансовые и снабженческие службы взаимодействуют с внешними партнерами (банк, налоговая инспекция, поставщики сырья, комплектующих, энергии и т.д.), а также филиалами самой организации. Таким образом, любая организация – это совокупность взаимодействующих элементов (подразделений), каждый из которых может иметь свою структуру. Элементы связаны между собой функционально, т.е. они выполняют отдельные виды работ в рамках единого бизнес-процесса, а также информационно, обмениваясь документами, факсами, письменными и устными распоряжениями и т.д. Кроме того, эти элементы взаимодействуют с внешними системами, причем их взаимодействие также может быть как информационным, так и функциональным. И эта ситуация справедлива практически для всех организаций, каким бы видом деятельности они не занимались – для правительственного учреждения, администрации территориального органа, банка, промышленного предприятия, коммерческой фирмы и т.д.

Такой общий взгляд на организацию позволяет сформулировать некоторые общие принципы построения корпоративных информационных систем (КИС), т.е. информационных систем в масштабе всей организации (предприятия).

В течение последних лет значительная часть дискуссий, касающихся развития КИС, протекает в ракурсе практического применения современных информационных технологий. Проблема построения комплексных управленческих систем выросла в отдельную ветвь науки об управлении и стала причиной развития целой отрасли высоких

технологий. При этом иногда складывается впечатление, что все нынешнее информационное изобилие развивалось и продолжает развиваться таким образом, что становится способным ввести в заблуждение не только неподготовленных читателей, но и самих специалистов в области управления. С одной стороны, это не удивительно, если подходить к данной проблеме с научной точки зрения, так как для любых дисциплин на первоначальном этапе развития характерно отсутствие единой системы терминов и понятий, наличие принципиально разных научных школ и подходов, а также масса других недостатков, вызванных отсутствием достаточного практического опыта. Однако если принимать во внимание интересы всех существующих и потенциальных заказчиков информационных систем, на предприятиях которых производятся дорогостоящие и зачастую плачевные опыты по обкатке и адаптации существующих решений, то фокус необходимо сместить из научно-методической области в область бизнеса. Постараемся в рамках этого пособия хотя бы частично разобраться в путанице характерных определений терминов, понятий и аббревиатур.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

---

---

**АММ** – (*Advanced Manufacturing Management – управление промышленным производством*) – класс информационных систем, предназначенных для управления как производственными, так и связанными с ними непроизводственными процессами на всем жизненном цикле выполнения заказов. Класс систем АММ представляет собой развитие и объединение системы MES, MRP II и системы управления проектами.

**АПС** – (*Advanced Planning & Scheduling – средства производственного планирования*) – решают задачи составления производственных расписаний в рамках всего предприятия.

**ВРР** – (*Business Process Reengineering – реинжиниринг бизнес-процессов*).

**В2В** – (*Business to Business – бизнес для бизнеса*) – сектор рынка, который работает не на конечного, рядового потребителя, а на такие же компании, т.е. на другой бизнес. Под понятием В2В также подразумеваются системы электронной коммерции, или системы электронной торговли.

**В2С** – (*Business-To-Consumer – бизнес для потребителя*) – форма электронной торговли, целью которой являются прямые продажи для потребителя.

**САД** – (*Computer-Aided Design – система автоматизированного проектирования (САПР)*).

**САЕ** – (*Computer-aided engineering – система автоматизации инженерных расчетов*) – общее название для программ и программных пакетов, предназначенных для решения различных инженерных задач. Расчетная часть пакетов чаще всего основана на численных методах решения дифференциальных уравнений. Современные системы автоматизации инженерных расчетов (САЕ) применяются совместно с САД-системами и зачастую интегрируются в них, в этом случае получаются гибридные САД/САЕ-системы.

**САЛС** – (*Continuous Acquisition and Life cycle Support – непрерывная информационная поддержка поставок и жизненного цикла*) – современный подход к проектированию и производству высокотехнологичной и наукоемкой продукции, заключающийся в использовании компьютерной техники и современных информационных технологий на всех стадиях жизненного цикла изделия. ИПИ (информационная поддержка процессов жизненного цикла изделий) – русскоязычный аналог понятия САЛС.

**САМ** – (*Computer-aided manufacturing – автоматизированная система технологической подготовки производства (АСТПП)*). Под

термином понимаются как сам процесс компьютеризированной подготовки производства, так и программно-вычислительные комплексы, используемые инженерами-технологами. Фактически же технологическая подготовка сводится к автоматизации программирования оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ).

**CASE** – *Computer Aided Software Engineering* – автоматизированная разработка программного обеспечения.

**c-MES** – (*Collaborative Manufacturing Execution System* – система оперативного управления производством) – модификация модели MES. Разработка модели c-MES была вызвана тем фактом, что при управлении производством и цепочками поставок надежный обмен информацией между несколькими системами необходим гораздо чаще, чем обмен между несколькими уровнями одной системы. В предыдущем поколении MES основное внимание уделялось обеспечению информацией пользователей из числа оперативного персонала, таких как диспетчеры, операторы или менеджеры.

**CMMS** – (*Computerized Maintenance Management System* – компьютеризированная система управления техническим обслуживанием) – комплекс программного обеспечения, включающий базу данных оборудования предприятия, модули планирования проведения технического обслуживания и планово-предупредительного ремонта, оформления заявок на проведение ремонта, модули складского учета и заявок на покупку материалов, финансового учета.

**CRM** – (*Customer Relationship Management* система управления взаимоотношениями с клиентами) – система, предназначенная для автоматизации стратегий взаимодействия с заказчиками (клиентами), в частности, для повышения уровня продаж, оптимизации маркетинга и улучшения обслуживания клиентов путем сохранения информации о клиентах и истории взаимоотношений с ними, установления и улучшения бизнес-процедур и последующего анализа результатов.

**CRP** – *Capacity Requirements Planning* – система планирования производственных мощностей.

**DCA** – (*Data Collection/Acquisition* – сбор и хранение данных) – механизм взаимодействия информационных подсистем в целях получения, накопления и передачи технологических и управляющих данных, циркулирующих в производственной среде предприятия. Обеспечивает интерфейс для получения данных и параметров технологических операций, которые используются в формах и документах, прикрепляемых к единице продукции. Данные могут быть получены с цехового уровня как вручную, так и автоматически от оборудования, в требуемом масштабе времени.

**DCS** – (*Distributed Control System* – распределенная система управления) – система управления технологическим процессом, харак-

теризующаяся построением распределенной системы ввода вывода и децентрализацией обработки данных.

**DFD** – (*DataFlow Diagram – диаграмма потоков данных*).

**DME** – *Document Management Extensions – система управления документами*.

**DOC** – (*Document Control – Управление документами*) – система управления содержанием и прохождением документов, которые должны сопровождать выпускаемое изделие, включая инструкции и нормативы работ, способы выполнения, чертежи, процедуры стандартных операций, программы обработки деталей, записи партий продукции, сообщения о технических изменениях, передачу информации от смены к смене.

**DSS** – (*Decision Support System – система поддержки принятия решений (СППР)*) – компьютерная автоматизированная система, целью которой является помощь людям, принимающим решение в сложных условиях для полного и объективного анализа предметной деятельности. СППР возникли в результате слияния управленческих информационных систем и систем управления базами данных.

**EAM** – (*Enterprise Asset Management – управление основными фондами предприятия*) – систематическая и скоординированная деятельность организации, нацеленная на оптимальное управление физическими активами и режимами их работы, рисками и расходами на протяжении всего жизненного цикла для достижения и выполнения стратегических планов организации. Применение EAM ориентировано на сокращение затрат на техническое обслуживание, ремонт и материально-техническое обеспечение без снижения уровня надежности, либо повышение производственных параметров оборудования без увеличения затрат.

**ECM** – (*Enterprise content management – управление информационными ресурсами предприятия или управление корпоративной информацией*) – стратегическая инфраструктура и техническая архитектура для поддержки единого жизненного цикла неструктурированной информации (контента) различных типов и форматов (файлы различных форматов, электронные документы с различными наборами полей и т.п.). В российской практике понятие ECM часто подменяется на «системы электронного документооборота» (СЭД).

**EDMS** – *Electronic Document Management Systems – система управления электронными документами*.

**ERD** – *Entity-Relationship Diagram – диаграмма «сущность-связь»*.

**ERP** – (*Enterprise Resource Planning – планирование ресурсов предприятия*) – организационная стратегия интеграции производства и операций, управления трудовыми ресурсами, финансового менедж-



мента и управления активами, ориентированная на непрерывную балансировку и оптимизацию ресурсов предприятия посредством специализированного интегрированного пакета прикладного программного обеспечения, обеспечивающего общую модель данных и процессов для всех сфер деятельности.

**ERP II** – (*Enterprise Resource & Relationship Processing – управление ресурсами и взаимоотношениями предприятия*) – результат развития методологии и технологии ERP в направлении более тесного взаимодействия предприятия с его клиентами и контрагентами. При этом управленческая информация компании не только используется для внутренних целей, но и служит для развития отношений сотрудничества с другими организациями.

**KM** – (*Knowledge Management управление знаниями*) – поддержка систем для накопления и доставки релевантной для бизнеса информации.

**LM** – (*Labor Management – управление персоналом*) – система обеспечивает получение информации о состоянии персонала и управление им в требуемом масштабе времени. Включает отчетность по присутствию и рабочему времени, отслеживание сертификации, возможность отслеживания непроизводственной деятельности, такой, как подготовка материалов или инструментальные работы.

**LUM** – (*Labor/User Management – управление людскими ресурсами*). Функция с-MES.

**MES** – (*Manufacturing Execution System – производственная исполнительная система*) – специализированное прикладное программное обеспечение, предназначенное для решения задач синхронизации, координации, анализа и оптимизации выпуска продукции в рамках какого-либо производства. С 2004 г. термин расшифровывается как *Manufacturing Enterprise Solutions* – корпоративные системы управления производством. MES-системы относятся к классу систем управления уровня цеха.

**MIS** – (*Management Information System – информационные системы управления*).

**MM** – (*Maintenance Management – управление техобслуживанием и ремонтом*) – отслеживает и управляет обслуживанием оборудования и инструментов. Обеспечивает их работоспособность. Обеспечивает планирование периодического и предупредительного ремонтов, ремонта по состоянию. Накапливает и хранит историю произошедших событий (отказы, уменьшение производительности и др.) для использования в диагностировании возникших и предупреждения возможных проблем.

**MRP** – (*Material Requirement Planning – планирование потребности в материалах*) – система планирования потребностей в материалах

лах, одна из наиболее популярных в мире логистических концепций, на основе которой разработано и функционирует большое число микрологистических систем. Программные продукты класса MRP можно встретить очень редко, как правило, в составе устаревших информационных систем предприятий.

**MRP II** – (*Manufacturing Resource Planning – планирование производственных ресурсов*). MRP II представляет собой методологию, направленную на более широкий охват ресурсов предприятия, нежели MRP. В отличие от MRP, в системе MRP II производится планирование не только в материальном, но и в денежном выражении.

**ODS** – (*Operations/Detail Scheduling – оперативное/детальное планирование*). Обеспечивает упорядочение производственных заданий, основанное на очередности, атрибутах, характеристиках и рецептах, связанных со спецификой изделий таких как: форма, цвет, последовательность операций и др. и технологией производства. Цель – составить производственное расписание с минимальными перенастройками оборудования и параллельной работой производственных мощностей для уменьшения времени получения готового продукта и времени простоя.

**OLAP** – (*Online Analytical Processing – аналитическая обработка в реальном времени*) – технология обработки данных, заключающаяся в подготовке суммарной (агрегированной) информации на основе больших массивов данных, структурированных по многомерному принципу.

**OMT** – (*Object Modeling Technique – метод объектного моделирования*).

**PA** – (*Performance Analysis – анализ производительности*). Обеспечивает формирование отчетов о фактических результатах производственной деятельности, сравнение их с историческими данными и ожидаемым коммерческим результатом. Может включать статистический контроль качества процессов и продукции (SPC/SQC). Систематизирует информацию, полученную от разных функций, измеряющих производственные параметры. Эти результаты могут быть подготовлены в форме отчета или представлены в реальном времени в виде текущей оценки эксплуатационных показателей.

**PDM** – (*Product Data Management – система управления данными об изделии*) – организационно-техническая система, обеспечивающая управление всей информацией об изделии. При этом в качестве изделий могут рассматриваться различные сложные технические объекты (корабли и автомобили, самолеты и ракеты, компьютерные сети и др.). PDM-системы являются неотъемлемой частью PLM-систем.

**PDU** – (*Dispatching Production Units – диспетчеризация производства*). Управляет потоком единиц продукции в виде заданий, заказов,

серий, партий и заказ-нарядов. Диспетчерская информация представляется в той последовательности, в которой работа должна быть выполнена, и изменяется в реальном времени по мере возникновения событий на цеховом уровне.

**PLM** – (*Product Lifecycle Management – жизненный цикл изделия*) – технология управления жизненным циклом изделий. Организационно-техническая система, обеспечивающая управление всей информацией об изделии и связанных с ним процессах на протяжении всего его жизненного цикла, начиная с проектирования и производства до снятия с эксплуатации. При этом в качестве изделий могут рассматриваться различные сложные технические объекты (корабли и автомобили, самолеты и ракеты, компьютерные сети и др.). Информация об объекте, содержащаяся в PLM-системе является цифровым макетом этого объекта.

**PM** – (*Process Management – управление производственными процессами*). Отслеживает производственный процесс и либо корректирует автоматически, либо обеспечивает поддержку принятия решений оператором для выполнения корректирующих действий и совершенствования производственной деятельности. Эта деятельность может быть как внутриоперационной и направленной исключительно на отслеживаемые и управляемые машины и оборудование, так и межоперационной, отслеживающей ход процесса от одной операции к другой. Она может включать управление тревогами для обеспечения гарантированного уведомления персонала об изменениях в процессе, выходящих за приемлемые пределы устойчивости. Она обеспечивает взаимодействие между интеллектуальным оборудованием и MES, возможное благодаря функции сбора и хранения данных.

**PTG** – (*Product Tracking and Genealogy – отслеживание и генеалогия продукции*). Обеспечивает возможность получения информации о состоянии и местоположении заказа в каждый момент времени. Информация о состоянии может включать данные о том, кто выполняет задачу, компонентах, материалах и их поставщиках, номере лота, серийном номере, текущих условиях производства, а также любые тревоги, данные о повторной обработке и другие события, относящиеся к продукту. Функция отслеживания в реальном времени создает также архивную запись. Эта запись обеспечивает отслеживаемость компонентов и их использование в каждом конечном продукте.

**QM** – (*Quality Management – управление качеством*). Обеспечивает анализ в реальном времени измеряемых показателей, полученных от производства, для гарантированно правильного управления качеством продукции и определения проблем, требующих вмешательства обслуживающего персонала.

**RAD** – *Rapid Application Development* – быстрая разработка приложений.

**RAS** – (*Resource Allocation and Status* – контроль состояния и распределение ресурсов). Управление ресурсами: технологическим оборудованием, материалами, персоналом, обучением персонала, а также другими объектами, такими как документы, которые должны быть в наличии для начала производственной деятельности. Обеспечивает детальную историю ресурсов и гарантирует, что оборудование соответствующим образом подготовлено для работы.

**SADT** – *Structured Analysis and Design Technique* – метод структурного анализа и проектирования.

**SCADA** – (*Supervisory Control And Data Acquisition* – диспетчерское управление и сбор данных) – программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления. SCADA может являться частью АСУ ТП, АСКУЭ, системы экологического мониторинга, научного эксперимента, автоматизации здания и т. д. SCADA-системы используются во всех отраслях хозяйства, где требуется обеспечивать операторский контроль за технологическими процессами в реальном времени.

**SCE** – *Supply Chain Execution* – исполнение цепей поставок в режиме реального времени.

**SCM** – (*Supply Chain Management* – система управления цепями поставок) предназначены для автоматизации и управления всеми этапами снабжения предприятия и для контроля всего товародвижения на предприятии. Система SCM позволяет значительно лучше удовлетворить спрос на продукцию компании и значительно снизить затраты на логистику и закупки. SCM охватывает весь цикл закупки сырья, производства и распространения товара. Включает в себя подсистемы SCP и SCE.

**SCP** – (*Supply Chain Planning* – планирование цепочек поставок). Основу SCP составляют системы для расширенного планирования и формирования календарных графиков. В SCP также входят системы для совместной разработки прогнозов. Помимо решения задач оперативного управления, SCP-системы позволяют осуществлять стратегическое планирование структуры цепочки поставок: разрабатывать планы сети поставок, моделировать различные ситуации, оценивать уровень выполнения операций, сравнивать плановые и текущие показатели.

**SPM** – *System Process Model* – модель процессов системы.

**SPSS** – *SPSS Statistics (Statistical Package for the Social Sciences* – статистический пакет для социальных наук) – компьютерная программа для статистической обработки данных, один из лидеров рынка в области коммерческих статистических продуктов, предназначенных для проведения прикладных исследований в социальных науках.

**SQL** – (*Structured Query Language* – структурированный язык запросов) используется для доступа к данным в реляционных базах данных.

**UML** – (*Unified Modeling Language* – унифицированный язык моделирования) предназначен для объектно-ориентированного моделирования информационных систем.

**WCM** – (*Web content management* – управление веб-контентом) – автоматизация роли веб-мастера, управление динамическим контентом и взаимодействием пользователей.

**WF** – (*Workflow* – управление потоками работ) – поддержка бизнес-процессов, передача контента по маршрутам, назначение рабочих задач и состояний, создание журналов аудита.

**WMS** – (*Warehouse Management System* – система управления складом) – система управления, обеспечивающая автоматизацию и оптимизацию всех процессов складской работы профильного предприятия. Включает в себя средства для управления топологией склада, параметрами товарной номенклатуры, планирования складских операций, управления ресурсами, применения различных методик хранения и обработки грузов. Система позволяет управлять складской логистикой в рамках различных технологических процессов (прием и отгрузка товара, внутренние перемещения) в реальном времени.

# 1. ПРЕДПРИЯТИЕ КАК ОБЪЕКТ АВТОМАТИЗАЦИИ

## 1.1. ИСТОРИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Задача планирования и эффективного управления предприятиями – одна из основных областей применения информационных технологий, являющимися базой автоматизированных систем управления (АСУ).

АСУ может быть представлено в виде совокупности автоматизированных систем взаимодействующих уровней (рис. 1.1), условно называемых «управление предприятием» (уровень ERP, MRP), «управлением производством» (уровень MES) и «управление технологическими процессами и оборудованием» (уровень DCS).

Уровень ERP реализуется автоматизированными системами управления предприятием (АСУП), уровень DCS – автоматизированными системами управления технологическими процессами (АСУ ТП), а важнейшей функцией уровня MES является сопряжение между АСУП и АСУ ТП.

В настоящем пособии рассматривается только верхний уровень.

Прежде чем восстановить историю создания и внедрения АСУП в России (бывшем СССР), необходимо уточнить, о чем идет речь с точки зрения современных понятий об информационных технологиях. Когда-то тиражируемый термин АСУП сейчас почти не употребляется.

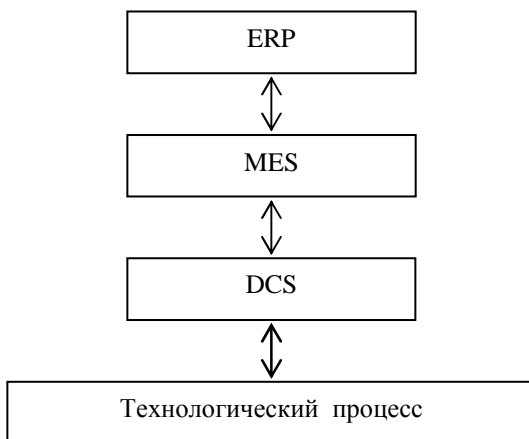


Рис. 1.1. Блок-схема автоматизированной системы управления

Дело здесь в том, что смысл понятия «автоматизированная система управления», предполагавшего неперемное присутствие человека как звена системы управления был потерян. Многократное упоминание понятия АСУП привело к тому, что перестали замечать содержащегося в нем противоречия. В действительности именно функции управления предприятием некогда не были реализованы в АСУП, которые лишь предоставляли информацию лицам, принимавшим решения по управлению предприятием, но находившимися вне системы.

Работы по созданию АСУП в рамках направления, называвшегося «экономической кибернетикой», были начаты по инициативе академика В.М. Глушкова в Институте кибернетики АН СССР в 1963–1964 гг.

Первой в СССР системой для предприятий с крупносерийным характером производства была АСУП «Львов», внедренная на Львовском телевизионном заводе «Электрон».

Решение задачи, поставленной В.М. Глушковым, – создать не индивидуальную для данного предприятия, а типовую систему, привело к методам построения прикладных программ, использующих параметрическую настройку на особенности конкретного предприятия при привязке, наладке и внедрению типовой системы. Эти методы максимального использования параметров, а не числовых значений при построении прикладных программ, стали со временем широко распространенными и используются до сих пор в корпоративных информационных системах планирования ресурсов предприятия (ERP).

Глушковым В.М. было выдвинуто понятие специализированной операционной системы, предназначенной для систем с регулярным потоком задач. Универсальные операционные системы для решения случайных потоков задач в пакетном режиме в вычислительных центрах, например OS/360 фирмы IBM для семейства микропроцессоров 360, не позволяли использовать преимущества, которые могла представить знание регулярного потока задач в АСУП. Поэтому в состав программного обеспечения АСУП на базе отечественных ЭВМ второго поколения серий «Минск» и «Урал» были разработаны программные средства управления расписанием задач, предварительной подготовкой информации и мультипрограммными режимами исполнения прикладных программ. Хотя до штатных операционных систем ЭВМ «Минск» и «Урал» такие решения не были доведены.

В конце 1960-х – начале 1970-х гг. после завершения работ по АСУП «Львов» под руководством В.М. Глушкова была создана типовая АСУП «Кунцево», внедренная на Кунцевском радиозаводе.

Создание крупных АСУП потребовало использование и развитие методов оптимизации. Работы в этой области проводились в Институте кибернетики АН УССР под руководством В.С. Михалевича. В 1960 –

1962 г. была предложена общая алгоритмическая схема последовательного анализа вариантов, включавшая в себя, как частный случай, вычислительные методы динамического программирования. Эта схема была развита вместе с методами математического моделирования для решения задач упорядочения, в частности, в теории расписаний и календарного планирования. Полученные результаты послужили математической основой АСУП «Львов» и «Кунцево».

Новый этап в развитии АСУП пришелся на вторую половину 70-х и 80-е гг. XX в. Это были комплексные системы, в которых интегрировались задачи автоматизированного проектирования новых изделий (САПР), технологической подготовки производства, автоматизации испытаний готовых изделий и автоматизации организационного управления предприятием. Техническую базу нового поколения АСУП составляли, как правило, модели ЕС ЭВМ, СМ ЭВМ.

До настоящего времени автоматизация предприятия велась по трем обособленным и независимым друг от друга направлениям: системы автоматизации управленческой и финансово-хозяйственной деятельности (АСУП), системы автоматизированного проектирования (САПР) и системы автоматизации технологических и производственных процессов (АСУ ТП). Данные системы проектировались и создавались исходя из требований разных подразделений предприятий, они не подчинялись единым целям и задачам, были плохо связаны физически и информационно, каждая система строилась по своим внутренним законам. Большим недостатком было еще то, что системы базировались на различных аппаратных, программных и информационных стандартах.

Все перечисленное выше не позволяло руководителям предприятий построить единую автоматизированную систему управления предприятием. Руководители предприятий оказались перед трудным выбором: с чего начинать автоматизацию – с АСУП, САПР или АСУ ТП, на какие стандарты ориентироваться? Определяющими тенденциями в развитии единой системы управления предприятием стало логическое и информационное взаимопроникновение различных уровней: бизнес-уровня (АСУП), уровня проектирования (САПР) и производственно-технологического уровня (АСУ ТП). Благодаря взаимопроникновению этих систем, предприятие становится единым организмом, которое функционирует в едином информационном пространстве.

Только тогда, когда предприятие становится единым целым, возможно эффективное управление финансово-хозяйственной и производственной деятельностью предприятия. Кроме того, идет активное сближение стандартов и упрощается задача совместимости различных аппаратных и программных средств. Это позволяет избежать дополнительных затрат при объединении в одну систему оборудования раз-



личных производителей. Также в настоящее время стремительно развиваются Интернет-технологии, которые становятся неотъемлемой частью всей автоматизированной системы предприятия.

Все выше перечисленное позволяет каждому участнику производственного процесса самостоятельно без специалистов-посредников с помощью специально разработанного интерфейса запрашивать и принимать необходимую информацию, осуществлять настройки различных режимов своего информационного обслуживания. Все это способствует повышению эффективности производства, но здесь возникает проблема информационной безопасности работы вычислительной системы, целостности хранимых данных. Особенно актуально решение этих вопросов в корпоративных системах, где взаимодействуют между собой огромное количество пользователей. Бизнес, который становится глобальным и распределенным, требует общее пространство для работы с информацией. Через Интернет обеспечивается доступ к корпоративным данным, в том числе и к жизненно важной информации предприятий. И если государственные организации, военные или дипломатические ведомства работают с закрытыми сетями, то у коммерческих организаций такой возможности нет: это невыгодно, неудобно и нецелесообразно.

В настоящее время вместо понятия АСУП используется более точное понятие – корпоративные информационные системы (КИС). Под ними понимают системы, в которых функционально объединяются системы для решения задач автоматизации учета и управления производством, финансами, снабжением и сбытом, кадрами и информационными ресурсами. Техническую базу современных КИС, использующих преимущественно распределенную архитектуру клиент-сервер, составляют серверы и рабочие места пользователей, объединенные локальными сетями.

Прежде чем перейти к рассмотрению следующих разделов пособия, введем ключевое понятие «информационная система».

### **1.1.1. Информационная система**

Информационная система (ИС) – это вся инфраструктура предприятия (организации), задействованная в процессе управления всеми информационно-документальными потоками, включающая в себя следующие основные элементы:

- информационная модель, представляющая собой совокупность правил и алгоритмов функционирования ИС. Информационная модель включает в себя все формы документов, структуру справочников и данных и т.д.;

- регламент развития информационной модели и правил внесения в нее изменений;

- программный комплекс, конфигурация которого соответствует требованиям информационной модели;
- аппаратно-техническая база (компьютеры, периферийные устройства, каналы связи, системное ПО, СУБД).

Информационную систему можно представить в виде модели, состоящей из несколько взаимодействующих уровней иерархии (рис. 1.2).

В основании модели лежит слой различных типов компьютеров, являющихся средствами хранения и обработки данных. Компьютеры определяют аппаратную платформу информационной системы.

Транспортная система состоит из активных и пассивных сетевых устройств, объединяющих компьютеры в локальные и глобальные сети и обеспечивающих обмен данными. Активными сетевыми устройствами являются сетевые адаптеры и модемы компьютеров, концентраторы, коммутаторы, маршрутизаторы и другие подобные устройства. Среда передачи данных и элементы кабельной сети составляют пассивную часть транспортной системы.

Слой *сетевых операционных систем* обеспечивает выполнение приложений пользователей и посредством транспортной системы организует доступ к ресурсам других компьютеров и предоставляет свои ресурсы в общее пользование. Операционные системы компьютеров определяют программную платформу информационной системы. Ряд активных сетевых устройств, таких как коммутаторы и маршрутизаторы, как правило, работают под управлением собственных операционных систем, называемых операционными системами межсетевого взаимодействия.

Над слоем операционных систем работают слои различных приложений. Системные сервисы служат для обработки и преобразования информации, полученной от систем управления базами данных (СУБД) и других ресурсов, в вид удобный для восприятия конечным

<b><i>Приложения предметной области</i></b>
<b><i>Системные сервисы:</i></b> интернет, электронная почта, системы управления базами данных, средства групповой работы
<b><i>Сетевые операционные системы</i></b>
<b><i>Транспортная система:</i></b> локальных и глобальных сетей
<b><i>Компьютеры:</i></b> персональные, рабочие станции, серверы, мейнфреймы, кластеры

**Рис. 1.2. Иерархическая модель информационной системы**

пользователем или прикладной программой. СУБД иногда выделяются в отдельный слой. Этим подчеркивается их высокая значимость как средства хранения в упорядоченном виде данных и выполнения базовых операций поиска и извлечения нужной информации.

Верхний слой информационной системы составляют приложения предметной области, специфические для конкретного предприятия (организации) или определенного типа предприятия. Это могут быть программные системы автоматизации бухгалтерского учета, проектирования, управления производством, агрегатами, технологическими процессами и др.

Информационная система предприятия создается для работы прикладных программ. Именно эти программы обеспечивают сотрудников необходимой информацией для принятия решений и автоматизируют деятельность различных служб. Поэтому при проектировании информационной системы, сначала определяются требования к этим программам, а уже затем определяется какие системные сервисы, базы данных, операционные системы, сетевые средства, компьютеры и серверы необходимы для их эффективного функционирования.

С точки зрения программных технологий информационная система – это не один и даже не несколько программных комплексов. Можно построить структурную модель информационной системы, выделив ее основные компоненты, которые содержат программные модули определенного класса (рис. 1.3).

Самым нижним уровнем информационной системы является хранилище, в котором содержится вся интеллектуальная собственность предприятия. Это могут быть документы, справочники, структурные таблицы, деловые правила, описание процессов. Прямого доступа к хранилищу быть не должно, как для пользователей, так и для различ-

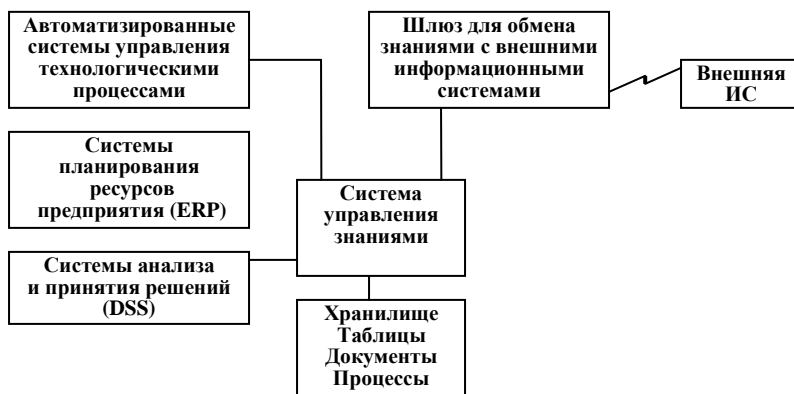


Рис. 1.3. Структурная модель информационной системы

ных систем предприятия. Прямой доступ имеет лишь система управления знаниями, которая служит своего рода шлюзом для остальных систем и формирует информационное окружение предприятия. Система управления знаниями объединяет идеи, знания, содержание документов и деловые правила, автоматизируя процессы, базирующиеся на знаниях, как внутри предприятия, так и между разными организациями. Для этого нужен шлюз, позволяющий производить обмен данными с внешними системами. Это необходимое условие, так как современные процессы направлены на объединение предприятий в корпорации и очевидно, что передача знаний очень важна. Например, системы планирования ресурсов предприятия (ERP – Enterprise Resource Planning) не могут работать независимо – процессы, связанные с управлением финансами, складами, человеческими ресурсами, используют уже накопленные знания и приносят новые.

Также важно выделить класс систем анализа и принятия решений (DSS–decision support system), без которого жизненный цикл информации не будет завершен. В современных предприятиях интеллектуальный анализ данных становится все более важной задачей. Связано это с необходимостью аналитической обработки больших объемов информации, накопившейся в хранилищах. Такие системы помогают найти новые знания, выявить недостатки и слабые места информационной системы, оценить эффективность тех или иных процессов, установить новые информационные взаимосвязи.

Часто говорят, что такой класс систем должен работать непосредственно с хранилищем, поскольку обработке подлежат содержащиеся в нем данные. Теоретически это верно, но на практике такое невозможно – любые изменения в содержимом хранилища, процессах, правилах и взаимосвязях могут и должны производиться системой управления знаниями. Тогда DSS–системам не придется задумываться над тем, в каком формате хранятся данные, и главное, что любое изменение информации будет немедленно влиять на взаимосвязи и процессы, в которых она принимает участие.

Сформулируем минимальный перечень требований к КИС.

Функциональная полнота системы. Учитывая, что методологические подходы всех разработчиков программного обеспечения к структуризации предметной области и названию формируемых приложений различаются, общей характеристикой функциональной полноты корпоративной информационной системы является количество однократно учитываемых параметров деятельности предприятия. Считается, что для КИС значение этих параметров должно быть примерно следующим:

- количество учитываемых параметров 2 – 10 тыс.;
- количество таблиц баз данных 800 – 3000.

КИС должна обеспечивать не только формирование отчетов, но и ведение учета одновременно по российским и международным стандартам (ISA и GAAP).

Обязательным условием является локализация информационной системы: учет национального законодательства и системы расчетов, интерфейс и система помощи на национальном языке.

Система должна обеспечивать разграничение доступа к данным и функциям, предупреждать попытки несанкционированного доступа к информации.

КИС – система постоянно развивающаяся, как в силу влияния внешних факторов (например, постоянных изменений в законодательстве), так и из-за изменения бизнес-функций предприятия, поэтому необходимо наличие инструментальных средств адаптации и сопровождения системы:

- управление структурой и функциями бизнес-процессов;
- изменение информационного пространства (редактирование БД, модификация структуры, полей таблиц, связей, индексов и т.п.);
- модификация интерфейсов ввода, просмотра и корректировки информации;
- изменение организационного и функционального наполнения рабочего места пользователя;
- генерация произвольных отчетов, сложных хозяйственных операций и форм.

Учитывая важность хранимых в системе данных, следует обеспечить: авторизацию информации, регистрацию времени ввода и модификации данных, ведение протокола удалений данных.

Как правило, большинство предприятий, для которых разрабатываются КИС, уже имеют установленные автоматизированные системы: АСУТП, САПР и т.п. Важно обеспечить обмен данными между КИС и другими программными продуктами, функционирующими на предприятии.

Для пользователей КИС большое значение имеет возможность консолидации информации: на уровне предприятий – для объединения информации филиалов, дочерних компаний, предприятий, входящих в холдинг и т.п.; на уровне отдельных задач; на уровне временных периодов – для выполнения анализа изменения тех или иных показателей за период, превышающий отчетный.

Очевидно, что КИС – это сложная система и для обеспечения ее надежности требуются специальные средства анализа состояния системы в процессе эксплуатации:

- анализ архитектуры баз данных;
- анализ алгоритмов;

- анализ статистики: количество записей, документов, проводок, объем дисковой памяти;
- журнал выполненных операций;
- список работающих станций, внутрисистемная почта.

Некоторые специалисты рассматривают вложение средств в создание КИС как долговременные инвестиции, при этом большое значение приобретает уровень и качество обслуживания, предоставляемого разработчиком. Для заказчика оптимальной является ситуация, когда он, обратившись к одному поставщику, получает весь спектр услуг:

- 1) постановка системы управления предприятием;
- 2) консалтинг;
- 3) решение вопросов постановки учета и документооборота;
- 4) обучение персонала заказчика;
- 5) внедрение КИС в опытную и промышленную эксплуатацию;
- 6) сопровождение системы на протяжении всего ее жизненного цикла;
- 7) проведение тематических семинаров как по проблемам методологии и организации учета, так и по вопросам использования КИС.

Из приведенного перечня требований видно, что создание корпоративной информационной системы – задача очень сложная, требующая немалых затрат.

В заключение данного раздела приведем обобщенную структуру информационных технологий предприятия, которая представлена на рис. 1.4.



**Рис. 1.4. Обобщенная структура ИТ предприятия:**

УП – управление производством; ПУ – первичный учет; ПФ – планирование и бюджетирование; КУ – коммерческий учет; СУ – складской учет; БУ – бухгалтерский учет; СТ – системы телекоммуникаций

## 1.2. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ

Прежде чем попытаться выбрать существующие или создать собственную ИС, а затем ее внедрить, необходимо проанализировать, как работает предприятие (организация) в настоящее время. Для анализа необходимо знать не только то, как работает предприятие в целом и как оно взаимодействует с внешними организациями, заказчиками и поставщиками, но и то, как организована деятельность на каждом рабочем месте.

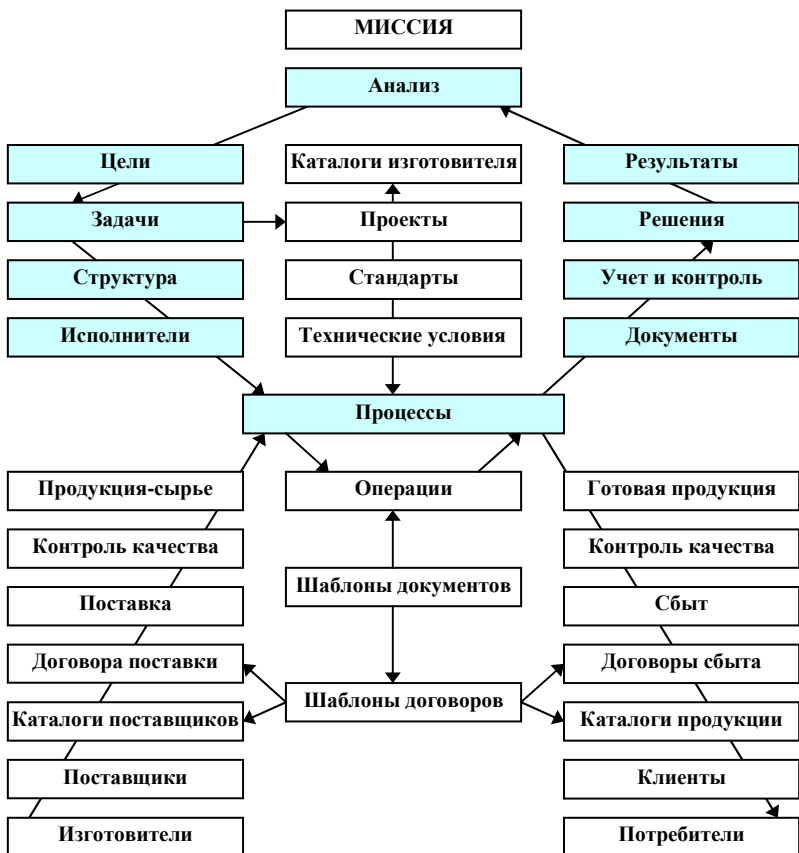
Отметим, что в современных ИС наблюдается сильная зависимость возможности приложения тех или иных методов управления предприятием от наличия адекватных средств их информационной поддержки. Освоив средства накопления и обработки информации в определенной области (Бухгалтерия 1С, SCADA-системы и т.д.), предприятие получает в свое распоряжение новый вид ресурсов – «информационных». Качество (ценность) этих ресурсов напрямую зависит от качества «организации» информации, позволяющей эффективно извлекать и представлять нужные сведения (данные), а также осуществлять различные преобразования над ними. Важно отметить, что в существующих ИС, поддерживающих управление предприятием, в основном сосредоточена оперативная количественная информация о материальных, финансовых и человеческих ресурсах (учет кадров). Гораздо меньше внимания уделяется информации о самой организации деятельности предприятия и знаниях, лежащих в ее основе (целях, стратегии, процессах, функциях, бизнес-правилах и т.п.).

Исходя из вышесказанного, в основе построения современной ИС управления предприятием должна лежать модель предприятия, которая на различных уровнях структурирует и формализует знание о предприятии и его окружении.

Модель предприятия можно представить в виде схемы, представленной на рис. 1.5.

В самом верху диаграммы располагается объект «Миссия», описывающий такие вещи как создание самого предприятия или выпуск нового типа продукции или модернизацию производственного цикла или еще что-то новое, приносящее в деятельность предприятия. Миссия порождает «Анализ» ситуации.

Анализ подразумевает проведение анализа рынка, спроса на товары и услуги, анализ деятельности конкурентов и пр. Результатом анализа являются постановка новых целей предприятия – объект «Цели». Для выполнения целей предприятия намечаются «Задачи», которые необходимо решить для достижения целей. Задачи, решаемые предприятием, определяют «Структуру организации». Новые же задачи могут привести к появлению на предприятии новых «Проектов» по



**Рис. 1.5. Модель предприятия**

разработке новых моделей изделий, новых типов услуг и т.д. Структура организации предполагает создание подразделений и филиалов предприятия. В каждом подразделении принимаются на работу сотрудники – «Исполнители». Результатами выполнения проектов являются также «Стандарты» предприятия и «Технические условия» – описания «Процессов» производства новых изделий на предприятии. Сами процессы состоят из последовательности «Операций». При выполнении каждой операции могут порождаться документы о результатах выполнения операции. Задачами на предприятии являются также «Планы» по выпуску продукции. Эти планы доводятся до исполнителей в виде «Заданий». На основании заданий исполнители выполняют производственные «Процессы».



Для обеспечения выполняемых производственных процессов необходимы материальные ресурсы – сырье, электроэнергия, комплектующие изделия и прочая «Продукция», получаемая от «Поставщиков». Но до ее использования в процессах необходимо выполнить входной «Контроль качества», полученных при «Поставке» продукции. А для выполнения поставки необходимо заключить «Договор с поставщиком». Перед заключением договора необходимо посмотреть характеристики и цены, предлагаемых к поставке комплектующих в «Каталогах поставщика».

Результатами производственных процессов будут готовая продукция и документы, описывающие процесс производства (например, документы на каждое изделие, таблицы учета рабочего времени, акты о списании комплектующих изделий и пр.). Этот поток документов, порождаемый процессами, необходимо учитывать и контролировать – контролировать ход выполнения заданий исполнителей и планов структурных подразделений. По результатам контроля определяются достигнутые «Решения» в ходе выполнения поставленных перед предприятием задач. По этим решениям определяются «Результаты» достижения целей предприятия. На основе полученных результатов необходимо снова провести анализ деятельности предприятия, иницировав, возможно, при этом новые миссии. Далее вновь по кругу – намечаем новые цели.

Произведенная «Готовая продукция» должна пройти выходной «Контроль качества», и далее после хранения на «Складе готовой продукции», если это необходимо, должен быть «Сбыт» потребителям. Для сбыта продукции выпускаются «Каталоги продукции» (это такие же каталоги поставщика, которые предприятие запрашивало от своих поставщиков, но на этот раз само предприятие выступает в роли поставщика и предлагает свои каталоги для потенциальных клиентов), в которых указываются модели изделий и типы услуг, количество сбываемых изделий и их цены. Для каждого раздела каталога предполагаются стандартные «Договора сбыта», которые заключаются с «Клиентами» на основе «Шаблонов договоров». Шаблоны договоров являются частным случаем «Шаблоном документов», используемых в различных производственных операциях. А сами процессы приобретения комплектующих и сбыта готовой продукции – частными случаями производственных процессов. Также производственным процессом является процесс разработки нового проекта, т.е. имеет смысл говорить об основной информационной петле на предприятии (анализ – цели – задачи – структура – исполнители – процессы – документы – учет и контроль – решения – результаты – анализ) и о библиотеке процессов: закупка комплектующих, сбыт готовой продукции, разработка новых проектов и пр.

Помимо выше названных объектов вне организации имеются также «Изготовители» комплектующих изделий и услуг, используемых при производстве, и «Потребители», которые потенциально могут стать клиентами предприятия.

Образно приведенную выше диаграмму можно рассматривать как кольцо, по которому непрерывно крутится информация. На стадии производственного процесса она заглатывает сырье, комплектующие изделия, энергию, в результате чего появляются новые готовые изделия. Поставщики и клиенты являются «открытыми интерфейсами», связывающие предприятие с другими такими же предприятиями. Результатами таких связей является обмен продукцией (в общем случае под продукцией будем понимать – товар, услуги, документы). Это своего рода живые организмы, взаимодействующие между собой.

### **1.3. РЕИНЖИНИРИНГ И БИЗНЕС-ПРОЦЕССЫ**

В связи с развитием и широким внедрением коммуникационных и сетевых компьютерных технологий изменились и принципы построения информационных систем. Результатом такого развития стало появление КИС. Такие системы представляют целый комплекс программно-аппаратных средств, который позволяет автоматизировать бизнес-процессы и информационные потоки на предприятии или организации с целью адекватного информационного обеспечения для повышения эффективности процесса управления.

Первые классические модели создания КИС опирались, как правило, на комплексную автоматизацию ключевых производственных, административно-управленческих и организационных функций предприятий или организаций путем использования соответствующей компьютерной инфраструктуры и программного обеспечения. Со временем стало ясно, что такое сужение функций КИС не соответствует возможностям системы. Особенность создания и внедрения КИС состоит не столько в автоматизации функциональных подсистем предприятия (организации), сколько в решении задач оптимизации бизнес-процессов и совершенствования процессной организации управления.

С начала 1990-х гг. методическим направлением, изучающим вопросы процессной организации систем управления предприятиями и дающим решения по их построению, является реинжиниринг бизнес-процессов (РБП, (BPR – Business Process Reengineering)).

Автоматизация управления предприятием базируется на реинжиниринге бизнес-процессов. Те процессы, которые на «западе» мыслятся под термином реинжиниринг, в России традиционно подразумеваются под тремя понятиями:

- 1) организация производства;
- 2) организация труда;
- 3) организация управления.

Реинжиниринг бизнес-процессов является направлением, возникшим на стыке двух различных сфер деятельности – управления (менеджмента) и информатизации. Именно поэтому реинжиниринг требует новых специфических средств представления и обработки проблемной информации, понятных как менеджерам, так и разработчикам информационных систем управления. Подобные средства требуют интеграции ключевых достижений информационных технологий и создания соответствующих инструментальных средств поддержки реинжиниринга.

Впервые термин «реинжиниринг бизнес-процессов» был введен М. Хаммером в 1990 г. в статье «Реинжиниринг: не автоматизируйте – уничтожайте», который определяет этот вид деятельности как «фундаментальное перепроектирование бизнес-процессов предприятий для достижения коренных улучшений в основных актуальных показателях их деятельности: стоимость, качество, услуги и темпы». За несколько лет реинжиниринг превратился в одну из ведущих и активно развивающихся отраслей информатики.

Сегодня начинается продвижение консалтинговых услуг и инструментариев по реинжинирингу и на российский рынок. Отечественная практика применения информационных технологий управления показала, что этот метод необходим особенно в условиях проведения глобальной экономической реформы и активного внедрения России в мировую экономическую систему.

Хаммер М. рассматривает BPR как революцию в бизнесе, которая знаменует отход от базовых принципов построения предприятий и превращает конструирование бизнеса в инженерную деятельность. Возможность такой революции обусловлена, в первую очередь, новейшими достижениями в области информационных технологий, специалистами которой начинают играть ведущую роль в конструировании бизнеса.

Именно информации, информационным потокам, отражающим все производственные и управленческие процессы на предприятии, способам ее обработки и анализа уделяется особое внимание.

Одной из основных особенностей BPR является ориентация реинжиниринга не на функции, а на процессы. Причем из всех концепций менеджмента, основанных на процессах, BPR рассматривается как наиболее эффективная, революционность которой обусловлена современным состоянием информационных технологий.

Существуют и другие методы, которые можно рассматривать либо как частные случаи BPR (если в основе этих методов лежит управ-

ление процессами), либо как автономные концепции (если они базируются на иных принципах):

- автоматизация бизнес-процессов (business process automation – BPA). Автоматизация приводит лишь к ускорению существующих бизнес-процессов. Используя информационные технологии, BPA автоматизирует существующий процесс со всеми его недостатками и не ставит перед собой задачу проектирования нового процесса для кардинального повышения эффективности;

- реинжиниринг программного обеспечения. На основе современных технологий производит переписывание устаревших информационных систем без изменения самих автоматизируемых процессов;

- уменьшение размерности (downsizing) предприятия. Уменьшение возможностей компании, вызванные снижением требований рынка. BPR, напротив, увеличивает возможности компании;

- реорганизация (reorganizing) предприятия. Данная концепция имеет дело только с организационными структурами, а не с процессами;

- улучшение качества (quality improvement – QI), глобальное управление качеством (total quality management – TQM). Хотя управление качеством отводит центральную роль бизнес-процессам, данный метод принимает имеющиеся процессы и старается их улучшить, не меняя их на новые.

Реинжиниринг основан на концепции прерывистого мышления отыскании устаревших правил и фундаментальных допущений, на которых строилась работа, и решительном разрыве с ними. Нельзя достичь кардинального повышения производительности простым «сбрасыванием жира» или автоматизацией существующего процесса. Скорее, следует проверить обоснованность существующих допущений и отказаться от старых правил, которые, собственно, и вызывают недостаточную производительность.

Базовыми понятиями BPR являются бизнес-процесс, бизнес-система, деловая процедура.

*Бизнес-система* – это связанное множество бизнес-процессов, конечной целью которой является выпуск продукции. Под продукцией, понимают товары, услуги и документы.

*Бизнес-процесс* – это горизонтальная иерархия внутренних и зависимых между собой функциональных действий, конечной целью которых является выпуск продукции или отдельных ее компонентов.

*Деловая процедура* – это функция, задача, цепь событий, происходящих в течение определенного промежутка времени и обладающих познаваемым результатом.

Существуют следующие категории бизнес-процессов:

- процессы, непосредственно обеспечивающие выпуск продукции;

- процессы планирования и управления;
- ресурсные процессы;
- процессы преобразования.

Бизнес-процесс характеризуется:

- существующей технологией реализации бизнес-процесса;
- существующей структурой бизнес-системы;
- средствами автоматизации, оборудованием, механизмами и т.п., обеспечивающими реализацию процесса.

Основными показателями оценки эффективности бизнес-процессов являются:

- количество производимой продукции заданного качества, оплаченное за определенный интервал времени;
- количество потребителей продукции;
- количество типовых операций, которые необходимо выполнить при производстве продукции за определенный интервал времени;
- стоимость издержек производства продукции;
- длительность выполнения типовых операций;
- капиталовложения в производство продукции.

На основе опыта предприятий, успешно проводивших у себя реинжиниринг, можно определить этапы и мероприятия, обеспечивающие успех.

Реинжиниринг бизнес-процессов базируется на нескольких основных принципах:

- несколько рабочих процедур объединяются в одну, т.е. происходит горизонтальное сжатие процесса (по имеющимся оценкам, горизонтальное сжатие ускоряет выполнение процесса примерно в 10 раз);
- исполнители принимают самостоятельные решения, т.е. осуществляется не только горизонтальное, но и вертикальное сжатие процессов (наделение сотрудников большими полномочиями и увеличение роли каждого из них приводит к значительному повышению их отдачи);
- процессы имеют различные варианты исполнения (тот или иной вариант выбирается в зависимости от конкретной ситуации, состояния и т.д.);
- работа выполняется в том месте (подразделении, отделе), где это целесообразно (устраняется излишняя интеграция, что приводит к повышению эффективности процесса в целом);
- уменьшается количество проверок и управляющих воздействий;
- минимизируется количество согласований путем сокращения внешних точек контакта;

– единая точка контакта обеспечивается уполномоченным менеджером (в тех случаях, когда шаги процесса либо сложны, либо распределены таким образом, что их не удастся объединить силами небольшой команды).

Успешное использование принципа «непрерывного улучшения» бизнес-процессов (BPI) основывается на пересечении трех областей знаний (рис. 1.6).

*Область А* – развитие информационных технологий:

– использование профессиональных операционных систем (для серверов баз данных) и персональных компьютеров;

– использование профессиональных систем управления базами данных (СУБД);

– использование ERP-систем как ядра интегрированной ИС предприятия;

– использование кооперативных технологий, обеспечивающих компьютерную поддержку параллельной согласованной работы группы («команды») сотрудников над одним проектом, документом и т.п.;

– использование телекоммуникации, позволяющей исключить передачу бумажных документов и личных встреч, свести к минимуму необходимость переездов для проведения совещаний;

– использование систем управления знаниями для организации хранилища и поиска неструктурированных документов.



Рис. 1.6. Области знаний

*Область В* – развитие бизнес-платформ, включающих:

- методики управления качеством (т.е. целостную идеологию управления предприятием) на базе стандартов ИСО серии 9000;
- методики организации операционного менеджмента (ERP-стандарты);
- методики управления требованиями и конструкторскими разработками (CALS-стандарты);
- методики моделирования бизнес-процессов (SADT, IDEF0, DFD, UML).

*Область С* определяет «психологию труда» и направлена на решение следующих задач:

- внедрение принципа «лидерства» (устранение недостатков производственной системы, а не отдельных работников);
- внедрение принципа «вовлеченности работников» (повышение значимости и инициативности каждого работника);
- снятие барьеров между производственными подразделениями, организация групповой «артериальной работы»; образование так называемых «плоских» рабочих групп, использующих эдхократические («эдхократия» – компетентная бюрократия) способы управления, опирающиеся на информационные технологии и организующие динамическое и неформальное распределение прав и обязанностей сотрудников группы;
- формирование корпоративной культуры и повышение эдхократии в организации;
- внедрение философии тотального управления качеством на всех рабочих местах (TQM);
- внедрение философии организации производственных процессов «точно вовремя» на всех рабочих местах.

Подводя итог теме реинжиниринга, отметим, что он не является модной тенденцией. Появление этой методики – следствие жестокой конкурентной борьбы, выдержать которую можно только путем внедрения новых, наукоемких инновационных технологий. Большинство предприятий (организаций), проводивших реинжиниринг своего бизнеса были просто вынуждены это сделать, оказавшись перед лицом кризиса.

#### **1.4. СТАНДАРТЫ ОПИСАНИЯ, АНАЛИЗА И РЕОРГАНИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ**

Мировой опыт свидетельствует, что внедрению на предприятии ИС должно предшествовать серьезное функционально-информационное обследование предприятия, с целью определения оптимальности бизнес-процессов, распределения ресурсов между функциями и т.д.

Понятие «моделирование бизнес-процессов» пришло в быт большинства аналитиков одновременно с появлением на рынке сложных программных продуктов, предназначенных для систем комплексной автоматизации управления предприятием. Подобные системы всегда подразумевают проведение глубокого предпроектного обследования деятельности. Результатом этого обследования является экспертное заключение, в котором отдельными пунктами выносятся рекомендации по устранению «узких мест» в управлении деятельностью. На основании этого заключения, непосредственно перед проектом внедрения системы автоматизации, проводится так называемая реорганизация бизнес-процессов, иногда достаточно серьезная и болезненная для компании. Это и естественно, сложившийся годами коллектив всегда сложно заставить «думать по-новому». Подобные комплексные обследования предприятий всегда являются сложными и существенно отличающимися от случая к случаю задачами. Для решения подобных задач моделирования сложных систем существуют хорошо обкатанные методологии и стандарты. К таким стандартам относятся методологии семейства IDEF. С их помощью можно эффективно отображать и анализировать модели деятельности широкого спектра сложных систем в различных разрезах. При этом широта и глубина обследования процессов в системе определяется самим разработчиком, что позволяет не перегружать создаваемую модель излишними данными. В настоящий момент к семейству IDEF можно отнести следующие стандарты.

1. **IDEF0** – методология функционального моделирования (Руководящий документ Госстандарта РФ «Методология функционального моделирования IDEF/0»). Метод IDEF/0 предназначен для функционального моделирования, т.е. моделирования выполнения функций объекта, путем создания описательной графической модели, показывающей что, как и кем делается в рамках функционирования предприятия. Функциональная модель представляет собой структурированное изображение функций производственной системы или среды, информации и объектов, связывающих эти функции.

2. **IDEF1** – методология моделирования информационных потоков внутри системы, позволяющая отображать и анализировать их структуру и взаимосвязи.

3. **IDEF1X (IDEF1 Extended)** – методология построения реляционных структур. IDEF1X относится к типу методологий «Сущность-взаимосвязь» (ER – Entity-Relationship) и, как правило, используется для моделирования реляционных баз данных, имеющих отношение к рассматриваемой системе.

4. **IDEF2** – методология динамического моделирования развития систем. В связи с весьма серьезными сложностями анализа динамических систем от этого стандарта практически отказались, и его развитие



приостановилось на самом начальном этапе. Однако в настоящее время присутствуют алгоритмы и их компьютерные реализации, позволяющие превращать набор статических диаграмм IDEF0 в динамические модели, построенные на базе «раскрашенных сетей Петри» (CPN – Color Petri Nets);

5. **IDEF3** – методология документирования процессов, происходящих в системе, которая используется, например, при исследовании технологических процессов на предприятиях. С помощью IDEF3 описываются сценарий и последовательность операций для каждого процесса. IDEF3 имеет прямую взаимосвязь с методологией IDEF0 – каждая функция (функциональный блок) может быть представлена в виде отдельного процесса средствами IDEF3.

6. **IDEF4** – методология построения объектно-ориентированных систем. Средства IDEF4 позволяют наглядно отображать структуру объектов и заложенные принципы их взаимодействия, тем самым, позволяя анализировать и оптимизировать сложные объектно-ориентированные системы.

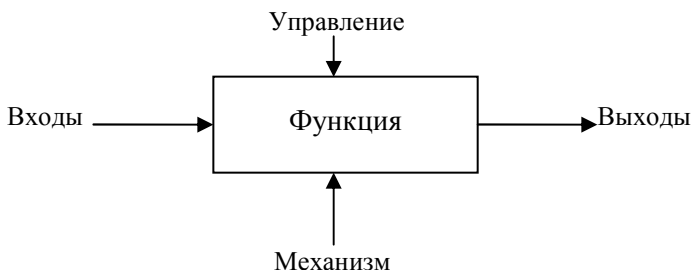
7. **IDEF5** – методология онтологического исследования сложных систем. С помощью методологии IDEF5 онтология системы может быть описана при помощи определенного словаря терминов и правил, на основании которых могут быть сформированы достоверные утверждения о состоянии рассматриваемой системы в некоторый момент времени. На основе этих утверждений формируются выводы о дальнейшем развитии системы и производится ее оптимизация.

Рассмотрим наиболее часто используемую методологию функционального моделирования IDEF0. Методологию IDEF0 можно считать следующим этапом развития хорошо известного графического языка описания функциональных систем SADT (Structured Analysis and Design Technique).

#### **1.4.1. Методология функционального моделирования SADT**

Методология SADT разработана Дугласом Россом в 1973 г. и использована для разработки аэрокосмических проектов. Построение SADT-модели начинается с представления всей системы в виде простейшей компоненты – одного блока и дуг, изображающих интерфейсы с функциями вне системы. Поскольку единственный блок представляет всю систему как единое целое, имя, указанное в блоке, является общим. Это верно и для интерфейсных дуг – они также представляют полный набор внешних интерфейсов системы в целом.

Результатом применения методологии SADT является модель, которая состоит из диаграмм, фрагментов текстов и глоссария, имеющих ссылки друг на друга. Диаграммы – главные компоненты модели,



**Рис. 1.7. Функциональный блок и интерфейсные дуги**

все функции ИС и интерфейсы на них представлены как блоки и дуги. Место соединения дуги с блоком определяет тип интерфейса. Управляющая информация входит в блок сверху, в то время как информация, которая подвергается обработке, показана с левой стороны блока, а результаты выхода показаны с правой стороны. Механизм (человек или автоматизированная система), который осуществляет операцию, представляется дугой, входящей в блок снизу (рис 1.7).

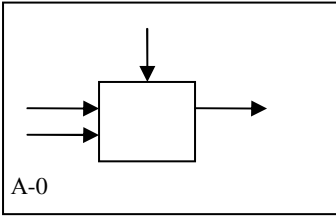
Одной из наиболее важных особенностей методологии SADT является постепенное введение все больших уровней детализации по мере создания диаграмм, отображающих модель.

На рисунке 1.8, где приведены четыре диаграммы и их взаимосвязи, показана структура SADT-модели. Каждый компонент модели может быть декомпозирован на другой диаграмме. Каждая диаграмма иллюстрирует «внутреннее строение» блока на родительской диаграмме.

Затем блок, который представляет систему в качестве единого модуля, детализируется на другой диаграмме с помощью нескольких блоков, соединенных интерфейсными дугами. Эти блоки представляют основные подфункции исходной функции. Данная декомпозиция выявляет полный набор подфункций, каждая из которых представлена как блок, границы которого определены интерфейсными дугами. Каждая из этих подфункций может быть декомпозирована подобным образом для более детального представления.

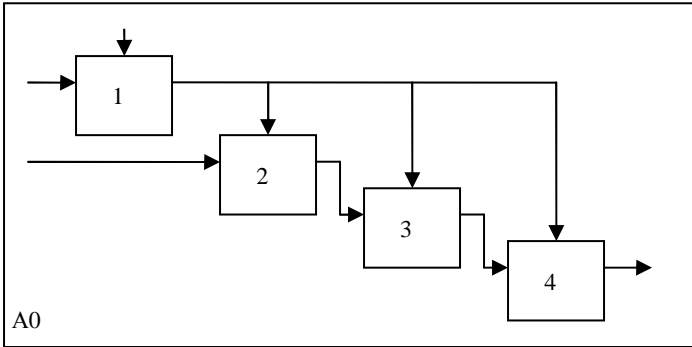
Во всех случаях каждая подфункция может содержать только те элементы, которые входят в исходную функцию. Кроме того, модель не может опустить какие-либо элементы, т.е., как уже отмечалось, родительский блок и его интерфейсы обеспечивают контекст. К нему нельзя ничего добавить, и из него не может быть ничего удалено.

Модель SADT представляет собой серию диаграмм с сопроводительной документацией, разбивающих сложный объект на составные части, которые представлены в виде блоков. Детали каждого из основных блоков показаны в виде блоков на других диаграммах.



Более общее представление

Более детальное представление



Эта диаграмма является «родителем» этой диаграммы

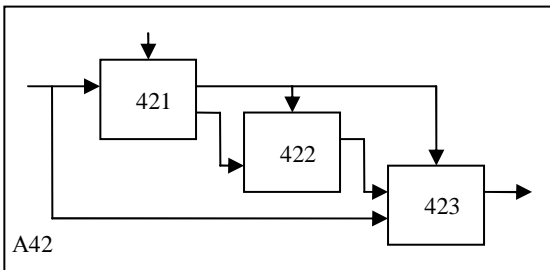
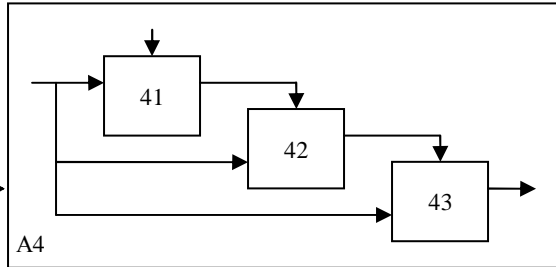
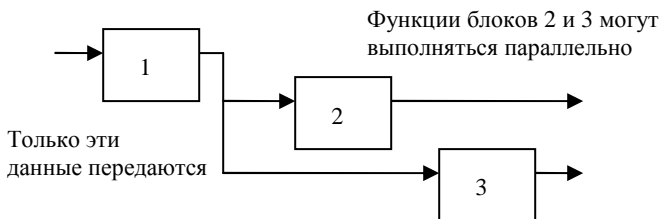


Рис. 1.8. Структура SADT-модели. Декомпозиция диаграмм

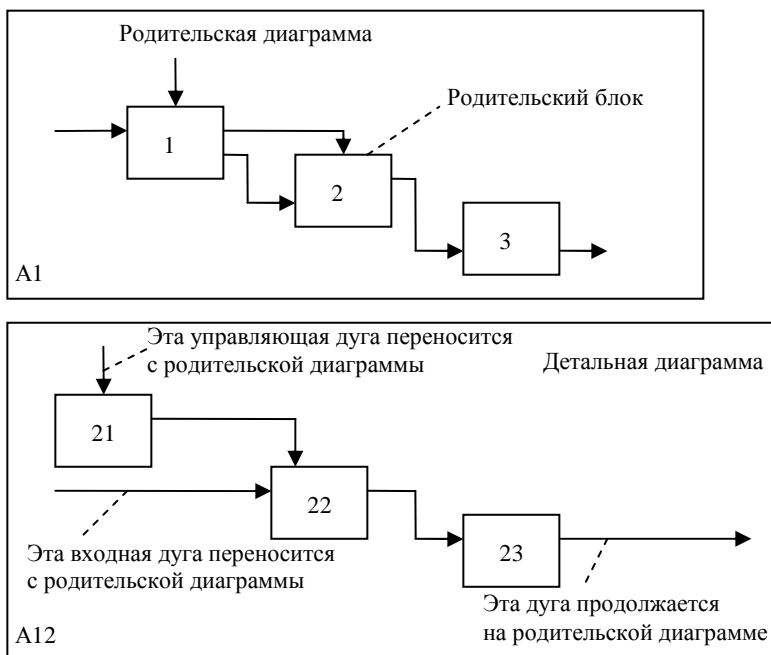
Каждая детальная диаграмма является декомпозицией блока из более общей диаграммы. На каждом шаге декомпозиции более общая диаграмма называется родительской для более детальной диаграммы.

Дуги, входящие в блок и выходящие из него на диаграмме верхнего уровня, являются точно теми же самыми, что и дуги, входящие в диаграмму нижнего уровня и выходящие из нее, потому что блок и диаграмма представляют одну и ту же часть системы.

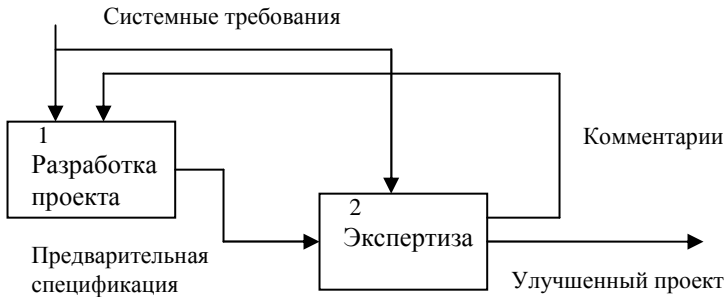
Различные варианты выполнения функций и соединения дуг с блоками представлены на рис. 1.9 – 1.11.



**Рис. 1.9. Одновременное выполнение**



**Рис. 1.10. Пример детализации**



**Рис. 1.11. Пример обратной связи**

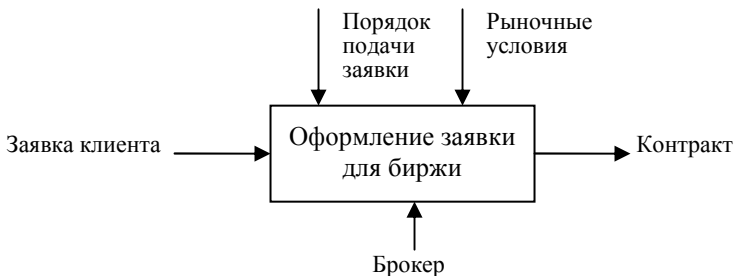
Некоторые дуги присоединены к блокам диаграммы обоими концами, у других же один конец остается не присоединенным. Неприсоединенные дуги соответствуют входам, управлениям и выходам родительского блока. Источник или получатель этих пограничных дуг может быть обнаружен только на родительской диаграмме. Неприсоединенные концы должны соответствовать дугам на исходной диаграмме. Все граничные дуги должны продолжаться на родительской диаграмме, чтобы она была полной и непротиворечивой.

На SADT-диаграммах не указаны явно ни последовательность, ни время. Обратные связи, итерации, продолжающиеся процессы и перекрывающиеся (по времени) функции могут быть изображены с помощью дуг. Обратные связи могут выступать в виде комментариев, замечаний, исправлений и т.д. (рис. 1.11).

Как было отмечено, механизмы (дуги с нижней стороны) показывают средства, с помощью которых осуществляется выполнение функций. Механизм может быть человеком, компьютером или любым другим устройством, которое помогает выполнять данную функцию (рис. 1.12).

Каждый блок на диаграмме имеет свой номер. Блок любой диаграммы может быть далее описан диаграммой нижнего уровня, которая, в свою очередь, может быть далее детализирована с помощью необходимого числа диаграмм. Таким образом, формируется иерархия диаграмм. Блоки на диаграмме должны располагаться согласно доминированию. Более важный блок должен быть расположен выше и левее менее важного. Нумерация блоков тоже должна отражать доминирование.

Для того чтобы указать положение любой диаграммы или блока в иерархии, используются номера диаграмм. Например, A21 является

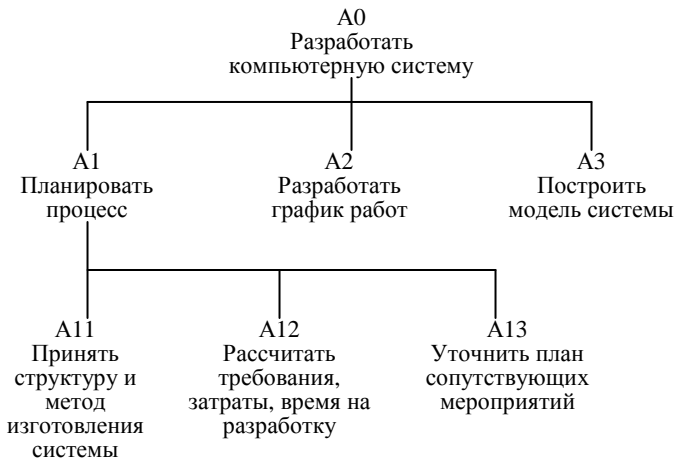


**Рис. 1.12. Пример механизма**

диаграммой, которая детализирует блок 1 на диаграмме A2. Аналогично, A2 детализирует блок 2 на диаграмме A0, которая является самой верхней диаграммой модели. Типичное дерево диаграмм показано на рис. 1.13.

Одним из важных моментов при проектировании ИС с помощью методологии SADT является точная согласованность типов связей между функциями. Различают, по крайней мере, семь типов связывания.

Каждый тип связи кратко определен и проиллюстрирован с помощью типичного примера из SADT:



**Рис. 1.13. Иерархия диаграмм**

(0) *Тип случайной связности*: наименее желательный. Случайная связность возникает, когда конкретная связь между функциями мала или полностью отсутствует. Это относится к ситуации, когда имена данных на SADT-дугах в одной диаграмме имеют малую связь друг с другом. Крайний вариант этого случая показан на рис. 1.14.

(1) *Тип логической связности*. Логическое связывание происходит тогда, когда данные и функции собираются вместе вследствие того, что они попадают в общий класс или набор элементов, но необходимых функциональных отношений между ними не обнаруживается.

(2) *Тип временной связности*. Связанные по времени элементы возникают вследствие того, что они представляют функции, связанные во времени, когда данные используются одновременно или функции включаются параллельно, а не последовательно.

(3) *Тип процедурной связности*. Процедурно-связанные элементы появляются сгруппированными вместе вследствие того, что они выполняются в течение одной и той же части цикла или процесса. Пример процедурно-связанной диаграммы приведен на рис. 1.15.

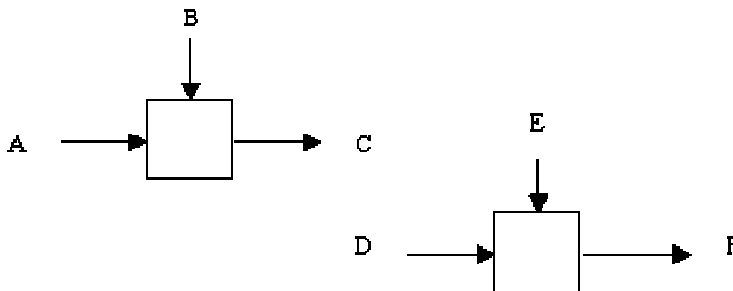


Рис. 1.14. Случайная связность

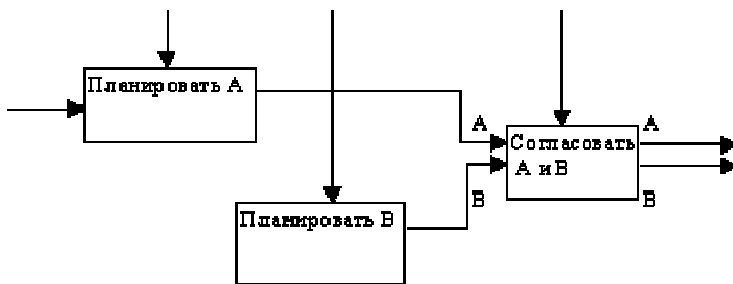


Рис. 1.15. Процедурная связность

(4) *Тип коммуникационной связности.* Диаграммы демонстрируют коммуникационные связи, когда блоки группируются вследствие того, что они используют одни и те же входные данные и/или производят одни и те же выходные данные (рис. 1.16).

(5) *Тип последовательной связности.* На диаграммах, имеющих последовательные связи, выход одной функции служит входными данными для следующей функции. Связь между элементами на диаграмме является более тесной, чем на рассмотренных выше уровнях связок, поскольку моделируются причинно-следственные зависимости (рис. 1.17).

(6) *Тип функциональной связности.* Диаграмма отражает полную функциональную связность, при наличии полной зависимости одной функции от другой. Диаграмма, которая является чисто функциональной, не содержит чужеродных элементов, относящихся к последовательному или более слабому типу связности. Одним из способов определения функционально-связанных диаграмм является рассмотрение двух блоков, связанных через управляющие дуги, как показано на рис. 1.18.

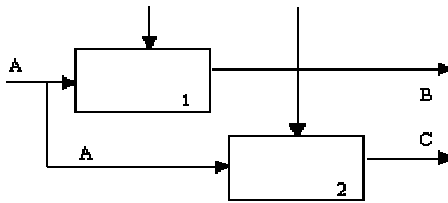


Рис. 1.16. Коммуникационная связность

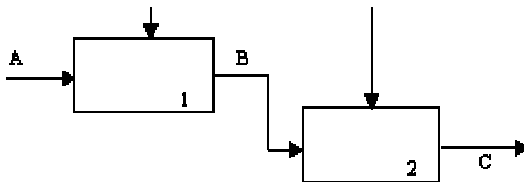


Рис. 1.17. Последовательная связность

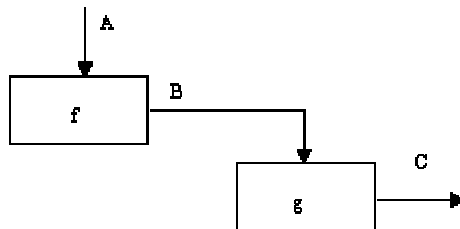


Рис. 1.18. Функциональная связность



Рассмотренные типы связей представлены в табл. 1.1. Важно отметить, что уровни 4 – 6 устанавливают типы связностей, которые разработчики считают важнейшими для получения диаграмм хорошего качества.

### 1.1. Типы связей

Значимость	Тип связности	Для функций	Для данных
0	Случайная	Случайная	Случайная
1	Логическая	Функции одного и того же множества или типа (например, «редактировать все входы»)	Данные одного и того же множества или типа
2	Временная	Функции одного и того же периода времени (например, «операции инициализации»)	Данные, используемые в каком-либо временном интервале
3	Процедурная	Функции, работающие в одной и той же фазе или итерации (например, «первый проход компилятора»)	Данные, используемые во время одной и той же фазы или итерации
4	Коммуникационная	Функции, использующие одни и те же данные	Данные, на которые воздействует одна и та же деятельность
5	Последовательная	Функции, выполняющие последовательные преобразования одних и тех же данных	Данные, преобразуемые последовательными функциями
6	Функциональная	Функции, объединяемые для выполнения одной функции	Данные, связанные с одной функцией

## 1.4.2. Стандарт IDEF0

Исторически, IDEF0 как стандарт был разработан в 1981 г. в рамках обширной программы автоматизации промышленных предприятий, которая носила обозначение ICAM (Integrated Computer Aided Manufacturing) и была предложена департаментом BBC США. Собственно семейство стандартов IDEF унаследовало свое обозначение от названия этой программы (IDEF = ICAM DEFinition). В процессе практической реализации участники программы ICAM столкнулись с необходимостью разработки новых методов анализа взаимодействия в промышленных системах. При этом, кроме усовершенствованного набора функций для описания бизнес-процессов, одним из требований к новому стандарту было наличие эффективной методологии взаимодействия в рамках «аналитик-специалист».

В основу стандарта положена методология SADT. Одним из крайне важных моментов разработки IDEF0-модели является определение и формализация цели. Фактически цель определяет соответствующие области в исследуемой системе, на которых необходимо фокусироваться в первую очередь. Например, если моделируется деятельность предприятия с целью построения в дальнейшем на базе этой модели информационной системы, то эта модель будет существенно отличаться от той, которую бы разрабатывали для того же самого предприятия, но уже с целью оптимизации логистических цепочек. Точка зрения определяет основное направление развития модели и уровень необходимой детализации. Например, функциональные модели одного и того же предприятия с точек зрения главного технолога и финансового директора будут существенно различаться по направленности их детализации. Это связано с тем, что в конечном итоге, финансового директора не интересуют аспекты обработки сырья на производственном оборудовании, а главному технологу ни к чему прорисованные схемы финансовых потоков. Правильный выбор точки зрения существенно сокращает временные затраты на построение конечной модели предприятия.

Стрелка на IDEF0-диаграмме может начинаться или заканчиваться у границы диаграммы, либо связывать два блока диаграммы; последняя называется комбинированной стрелкой. В IDEF0 существует пять следующих видов комбинированных стрелок: управление, вход, обратная связь по управлению, обратная связь по входу, выход-исполнитель.

Стрелка «управление» отражает ситуацию, когда старший блок управляет работой младшего блока, и соответствует процедурной связи. На рисунке 1.19 принципы формирования инвестиционного портфеля управляют поведением брокеров.

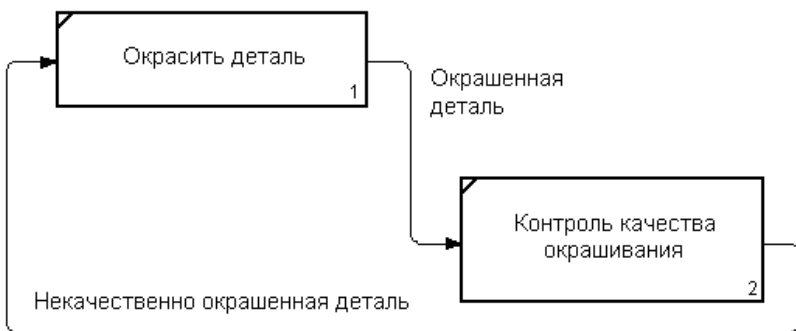


**Рис. 1.19. Прямая и обратная связи по управлению**

Стрелка «вход» применяется, когда старший блок должен завершить работу перед началом работы младшего блока. Так, на рис. 1.20 окраска детали предшествует контролю качества окрашивания.

Обратные связи на вход или на управление применяются в случае, когда зависимые блоки формируют обратные связи для управляющих ими блоков. На рисунке 1.19 получаемая от брокеров информация о текущих курсах используется для корректировки стратегии игры на бирже. Стрелка «обратная связь по входу» обычно применяется для описания циклов повторной обработки. На рисунке 1.20 показано, что некачественно окрашенные детали подлежат повторной окраске.

Стрелка «выход–исполнитель» встречается редко и отражает ситуацию, когда выход одного функционального блока применяется в качестве исполнителя для другого блока. На рисунке 1.21 устройство, используемое для закрепления детали во время сборки, является исполнителем для работы сборки детали.



**Рис. 1.20. Прямая и обратная связи по входу**

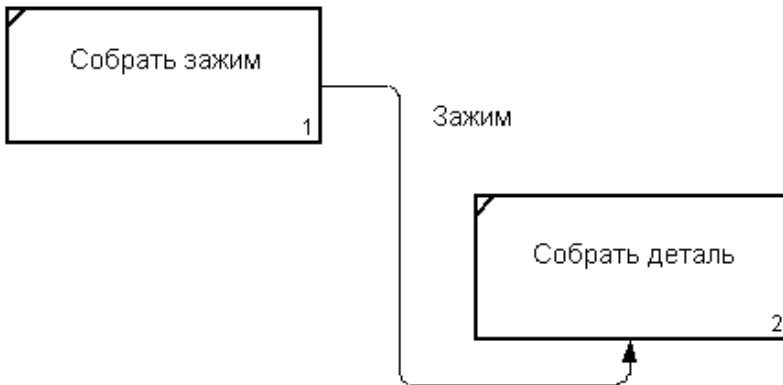


Рис. 1.21 Связь «выход–исполнитель»

При построении диаграмм возникают случаи, когда отдельные интерфейсные дуги не имеет смысла продолжать рассматривать в дочерних диаграммах ниже какого-то определенного уровня в иерархии, или наоборот – отдельные дуги не имеют практического смысла выше какого-то уровня. Например, интерфейсную дугу, изображающую «деталь» на входе в функциональный блок «Обработать на токарном станке» не имеет смысла отражать на диаграммах более высоких уровней – это будет только перегружать диаграммы и делать их сложными для восприятия. С другой стороны, случается необходимость избавиться от отдельных «концептуальных» интерфейсных дуг и не детализировать их глубже некоторого уровня. Для решения подобных задач в стандарте IDEF0 предусмотрено понятие *туннелирования*. Обозначение «туннеля» (Arrow Tunnel) в виде двух квадратных скобок вокруг начала интерфейсной дуги обозначает, что эта дуга не была унаследована от функционального родительского блока и появилась (из «туннеля») только на этой диаграмме. В свою очередь, такое же обозначение вокруг конца (стрелки) интерфейсной дуги в непосредственной близи от блока-приемника означает тот факт, что в дочерней по отношению к этому блоку диаграмме эта дуга отображаться и рассматриваться не будет. Чаще всего бывает, что отдельные объекты и соответствующие им интерфейсные дуги не рассматриваются на некоторых промежуточных уровнях иерархии – в таком случае, они сначала «погружаются в туннель», а затем при необходимости «возвращаются из туннеля».

Последним из понятий IDEF0 является *гlossарий* (Glossary). Для каждого из элементов IDEF0-диаграмм, функциональных блоков, интерфейсных дуг – существующий стандарт подразумевает создание и поддержание набора соответствующих определений, ключевых слов,

повествовательных изложений и т.д., которые характеризуют объект, отображенный данным элементом. Этот набор называется глоссарием и является описанием сущности данного элемента. Например, для управляющей интерфейсной дуги «распоряжение об оплате» глоссарий может содержать перечень полей соответствующего дуге документа, необходимый набор виз и т.д. Глоссарий гармонично дополняет наглядный графический язык, снабжая диаграммы необходимой дополнительной информацией.

Обычно IDEF0-модели несут в себе сложную и концентрированную информацию, и для того, чтобы ограничить их перегруженность и сделать удобочитаемыми, в соответствующем стандарте приняты соответствующие ограничения сложности:

1) ограничение количества функциональных блоков на диаграмме тремя-шестью. Верхний предел (шесть) заставляет разработчика использовать иерархии при описании сложных предметов, а нижний предел (три) гарантирует, что на соответствующей диаграмме достаточно деталей, чтобы оправдать ее создание;

2) ограничение количества подходящих к одному функциональному блоку (выходящих из одного функционального блока) интерфейсных дуг четырьмя.

Разумеется, строго следовать этим ограничениям вовсе необязательно, однако, как показывает опыт, они являются весьма практичными в реальной работе.

Стандарт IDEF0 содержит набор процедур, позволяющих разрабатывать и согласовывать модель большой группой людей, принадлежащих к разным областям деятельности моделируемой системы. Обычно процесс разработки является итеративным и состоит из следующих условных этапов:

1. *Создание модели группой специалистов, относящихся к различным сферам деятельности предприятия.* Эта группа в терминах IDEF0 называется авторами (Authors). Построение первоначальной модели является динамическим процессом, в течение которого авторы опрашивают компетентных лиц о структуре различных процессов. На основе имеющихся положений, документов и результатов опросов создается черновик (Model Draft) модели.

2. *Распространение черновика для рассмотрения, согласований и комментариев.* На этой стадии происходит обсуждение черновика модели с широким спектром компетентных лиц (в терминах IDEF0-читателей) на предприятии. При этом каждая из диаграмм черновой модели письменно критикуется и комментируется, а затем передается автору. Автор, в свою очередь, также письменно соглашается с критикой или отвергает ее с изложением логики принятия решения и вновь возвращает откорректированный черновик для дальнейшего рассмотре-

ния. Этот цикл продолжается до тех пор, пока авторы и читатели не придут к единому мнению.

3. *Официальное утверждение модели.* Утверждение согласованной модели происходит руководителем рабочей группы в том случае, если у авторов модели и читателей отсутствуют разногласия по поводу ее адекватности. Окончательная модель представляет собой согласованное представление о предприятии (системе) с заданной точки зрения и для заданной цели.

Наглядность графического языка IDEF0 делает модель вполне читаемой и для лиц, которые не принимали участия в проекте ее создания, а также эффективной для проведения показов и презентаций. В дальнейшем, на базе построенной модели могут быть организованы новые проекты, нацеленные на производство изменений на предприятии (в системе).

При проведении сложных проектов обследования предприятий, разработка моделей в стандарте IDEF0 позволяет наглядно и эффективно отобразить весь механизм деятельности предприятия в нужном разрезе. Однако самое главное – это возможность коллективной работы, которую предоставляет IDEF0.

Рассмотрим пример построения IDEF0-диаграмм для задачи управления производством муки на комбинате зернопродуктов. На рисунке 1.22 представлена контекстная диаграмма, на которой имеется только один процесс «Управление производством муки» и показаны все входы и выходы системы управления. На рисунке 1.23 показана диаграмма первого уровня, состоящая из четырех процессов.

Процессы «Расчет помольной партии» и «Расчет графика загрузки мельниц» являются подготовительными и выполняются непосредственно перед началом производственного периода.

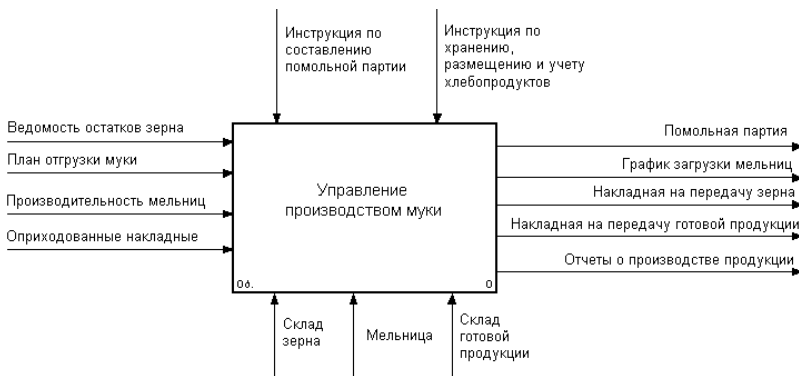
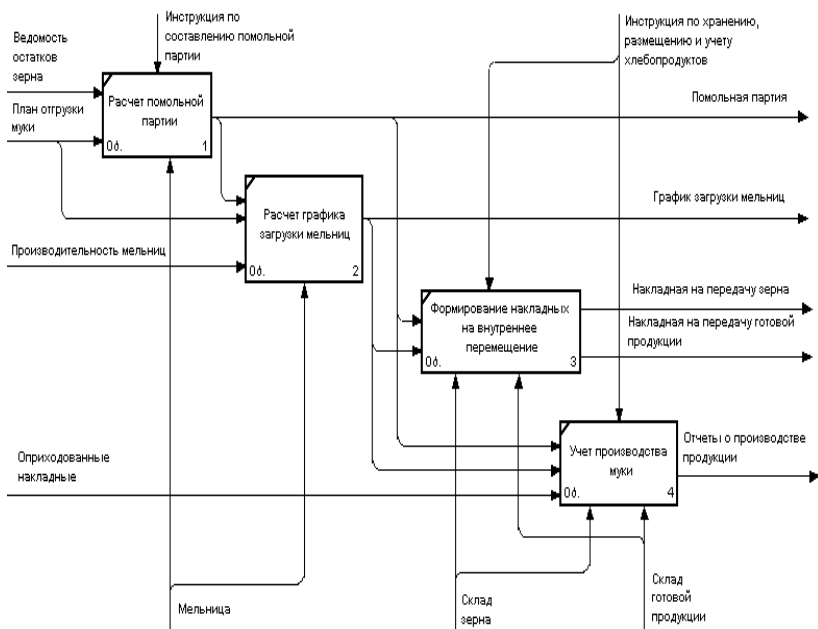


Рис. 1.22. Пример контекстной IDEF0-диаграммы



**Рис. 1.23. Пример детализирующей IDEF0-диаграммы**

Процесс «Формирование накладных на внутреннее перемещение» позволяет подготовить документы на передачу зерна со складов в производство и муки из производства на склад готовой продукции. Блок «Учет производства муки» позволяет на основе обработки оприходованных накладных определить фактические объемы производства и оценить выполнение графика производства.

### 1.4.3. Стандарт IDEF1X

IDEF1X является методом для разработки реляционных баз данных и использует условный синтаксис, специально разработанный для удобного построения концептуальной схемы.

Известно, что основным компонентом реляционных баз данных является таблица. Таблицы используются для управления и хранения информации.

Таблицы в реляционной СУБД состоят из строк данных, однородных по своей природе. Другими словами, каждая строка таблицы описывает один экземпляр некоторой сущности, причем набор атрибутов каждого экземпляра постоянен.

Предположим, в базе данных хранится информация о покупателях. Таблица «покупатель» содержит три колонки и четыре строки:

Имя	Адрес	Идентификатор карты
Сидоров	Полянка, 22	444444
Иванов	Солянка, 12	222222
Петров	Лубянка, 34	333333
Павлов	Варварка, 42	111111

Имя таблицы и имена ее колонок составляют структуру таблицы: customer (name, address, card\_id). В реляционной СУБД все значения данных являются атомарными, т.е. нельзя в клетке таблицы хранить список значений.

Таблицы в реляционной СУБД соответствуют (не обязательно совпадают по имени) сущностям, а колонки – атрибутам.

Сущность в IDEF1X описывает собой совокупность или набор экземпляров похожих по свойствам, но однозначно отличаемых друг от друга по одному или нескольким признакам. Каждый экземпляр является реализацией сущности. Таким образом, сущность в IDEF1X описывает конкретный набор экземпляров реального мира. Примером сущности IDEF1X может быть сущность «Сотрудник», которая представляет собой всех сотрудников предприятия, а один из них, скажем, Иванов Иван Иванович, является конкретной реализацией этой сущности. Пусть, например, каждый экземпляр сущности «сотрудник» содержит следующую информацию: ID сотрудника, имя сотрудника, адрес сотрудника и т.п. В IDEF1X-модели эти свойства называются атрибутами сущности. Каждый атрибут содержит только часть информации о сущности.

Сущность описывается в диаграмме IDEF1X графическим объектом в виде прямоугольника, разделенного горизонтальной линией. В верхней части указывают ключевые атрибуты, в нижней – неключевые. Имя и номер сущности указываются над прямоугольником, как показано на рис. 1.24.

Сотрудник

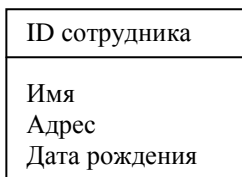


Рис. 1.24. Изображение сущности



Связи в IDEF1X представляют собой ссылки, соединения и ассоциации между сущностями. Связи это суть глаголы, которые показывают, как соотносятся сущности между собой. Ниже приведен ряд примеров связи между сущностями:

Отдел <состоит из> нескольких сотрудников.

Автобус <перевозит> нескольких пассажиров.

Сотрудник <пишет> разные отчеты.

Во всех перечисленных примерах взаимосвязи между сущностями соответствуют схеме «один ко многим». Это означает, что один экземпляр первой сущности связан с несколькими экземплярами второй сущности. Причем первая сущность называется родительской, а вторая – дочерней. Связи «один ко многим» отображаются в виде сплошной или пунктирной линии между двумя сущностями с точкой около дочерней сущности и глагольной фразой, отображаемой над линией. На рисунке 1.25 приводится диаграмма связи между сотрудником и отделом.

Отношения «многие ко многим» обычно используются на начальной стадии разработки диаграммы и отображаются в IDEF1X в виде сплошной линии с точками на обоих концах (рис. 1.26). Так как отношения многие ко многим могут скрыть другие бизнес правила или ограничения, они должны быть полностью раскрыты на одном из последующих этапов моделирования.

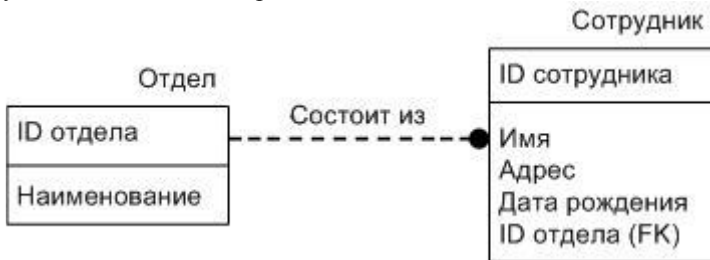


Рис. 1.25. Связанные сущности

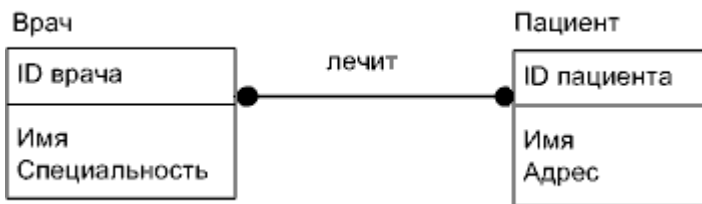


Рис. 1.26. Связь «многие ко многим»

Если сущности в IDEF1X-диаграмме связаны, связь передает ключ (или набор ключевых атрибутов) от родительской сущности к дочерней. Эти атрибуты называются внешними ключами (Foreign Key) и помечаются буквами FK. Передаваемые атрибуты называются мигрирующими.

Сущность является независимой, если каждый экземпляр сущности может быть однозначно идентифицирован без определения его отношения с другими сущностями. Сущность называется зависимой, если однозначная идентификация экземпляра сущности зависит от его отношения к другой сущности. Независимая сущность изображается прямоугольником, зависимая – прямоугольником с закругленными углами.

В IDEF1X концепция зависимых и независимых сущностей усиливается типом связей между двумя сущностями. При идентифицирующей связи, обозначаемой сплошной линией с точкой, первичный ключ родительской сущности передается в состав первичного ключа дочерней сущности, и дочерняя сущность будет зависимой. При неидентифицирующей связи, обозначаемой пунктирной линией с точкой, первичный ключ родительской сущности мигрирует в состав неключевых атрибутов дочерней сущности, при этом дочерняя сущность может оставаться независимой.

Например, на рис. 1.23 сущности «Сотрудник» и «Отдел» являются независимыми, поскольку они связаны неидентифицирующей связью, и каждый экземпляр дочерней сущности «Сотрудник» может быть однозначно определен без указания отдела, в котором работает сотрудник. Примером зависимой сущности может являться заказ, который невозможно идентифицировать без указания разместившего его клиента. Эта ситуация представлена на рис. 1.27.

При раскрытии связи «многие ко многим» обычно вводят ассоциативную сущность, которая уточняет свойства связи и является зависимой от исходных сущностей. Например, связь между врачом и пациентом, показанную на рис. 1.26, можно уточнить, если ввести сущность «Визит», как это показано на рис. 1.28.

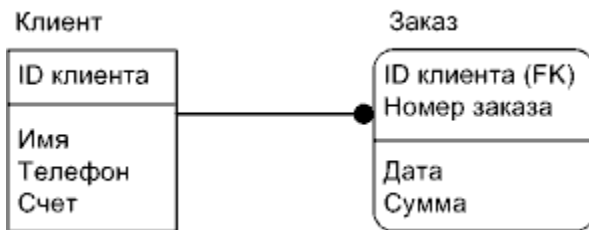


Рис. 1.27. Идентифицирующая связь



**Рис. 1.28. Ассоциативная сущность**

При создании сущности в IDEF1X-модели, одним из главных вопросов, на который нужно ответить: как можно идентифицировать уникальную запись? Для этого требуется уникальная идентификация каждой записи в сущности для того, чтобы правильно создать логическую модель данных. Напомним, что для любой сущности в IDEF1X всегда должны быть определены ключевые атрибуты.

Выбор первичного ключа для сущности является очень важным шагом и требует особого внимания. В качестве первичных ключей могут быть использованы несколько атрибутов или групп атрибутов. Атрибуты, которые могут быть выбраны первичными ключами, называются ключи-кандидаты, они должны уникально идентифицировать каждую запись сущности. В соответствии с этим ни одна из частей ключа не может быть не заполненной или отсутствующей.

Например, для того, чтобы корректно использовать сущность «Сотрудник» в IDEF1X-модели данных (а позже в базе данных), необходимо иметь возможность уникально идентифицировать записи. Правила, по которым вы выбираете первичный ключ из списка предполагаемых ключей, очень строги, однако могут быть применены ко всем типам баз данных и информации. Правила устанавливают, что атрибуты и группы атрибутов должны:

- уникальным образом идентифицировать экземпляр сущности;
- не использовать NULL значений;
- не изменяться со временем;
- экземпляр идентифицируется при помощи ключа. При изменении ключа, соответственно меняется экземпляр.

Быть как можно более короткими для использования индексирования и получения данных. Если вам нужно использовать ключ, являющийся комбинацией ключей из других сущностей, убедитесь в том, что каждая из частей ключа соответствует правилам.

Для наглядного представления о том, как целесообразно выбирать первичные ключи, приведем следующий пример: выберем первичный ключ для сущности «Сотрудник»:

- атрибут «Табельный номер» является потенциальным ключом, так как он уникален для всех экземпляров сущности «Сотрудник»;
- атрибут «Имя сотрудника» не очень хорош для потенциально-го ключа, так как среди служащих на предприятии могут быть, к примеру, двое или более Иванов или Петровых;
- атрибут «Номер страхового полиса сотрудника» является уникальным, но проблема в том, что сотрудник может не иметь такового.

Комбинация атрибутов «Имя сотрудника» и «Дата рождения сотрудника» может оказаться удачной для наших целей и стать искомым потенциальным ключом.

После проведенного анализа можно назвать два потенциальных ключа – первый «Табельный номер» и комбинация, включающая поля «Имя сотрудника» и «Дата рождения сотрудника». Так как атрибут «Табельный номер» имеет самые короткие и уникальные значения, то он лучше других подходит для первичного ключа.

При выборе первичного ключа для сущности, разработчики модели часто используют искусственный (суррогатный) ключ, т.е. произвольный номер, который уникальным образом определяет экземпляр в сущности. Атрибут «Табельный номер» является примером суррогатного ключа. Суррогатный ключ лучше всего подходит на роль первичного ключа потому, что является коротким и быстрее всего идентифицирует экземпляры в объекте. К тому же суррогатные ключи могут автоматически генерироваться системой так, чтобы нумерация была сплошной, т.е. без пропусков.

Потенциальные ключи, которые не выбраны первичными, могут быть использованы в качестве вторичных или альтернативных ключей (Alternate Key), их можно пометить буквами АК. С помощью альтернативных ключей часто отображают различные индексы доступа к данным в конечной реализации реляционной базы данных.

#### **1.4.4. Стандарт IDEF3**

IDEF3 является стандартом документирования технологических процессов, происходящих на предприятии и предоставляет инструментарий для наглядного исследования и моделирования их сценариев. Сценарием (Scenario) назовем описание последовательности изменений свойств объекта в рамках рассматриваемого процесса (например, описание последовательности этапов обработки детали в цеху и изменение ее свойств после прохождения каждого этапа). Исполнение каждого сценария сопровождается соответствующим документооборотом, который состоит из двух основных потоков: документов, определяющих структуру и последовательность процесса (технологических указаний, описаний стандартов и т.д.), и документов, отображающих ход его выполнения (результатов тестов и экспертиз, отчетов о браке, и

т.д.). Для эффективного управления любым технологическим процессом необходимо иметь детальное представление об его сценарии и структуре сопутствующего документооборота. Средства документирования и моделирования IDEF3 позволяют выполнять следующие задачи.

1. Документировать имеющиеся данные о технологии процесса, выявленные, скажем, в процессе опроса компетентных сотрудников, ответственных за организацию рассматриваемого процесса.

2. Определять и анализировать точки влияния потоков сопутствующего документооборота на сценарий технологических процессов.

3. Определять ситуации, в которых требуется принятие решения, влияющего на жизненный цикл процесса, например изменение конструктивных, технологических или эксплуатационных свойств конечного продукта.

4. Содействовать принятию оптимальных решений при реорганизации технологических процессов.

5. Разрабатывать имитационные модели технологических процессов, по принципу «КАК БУДЕТ, ЕСЛИ...».

Существуют два типа диаграмм в стандарте IDEF3, представляющие описание одного и того же сценария технологического процесса в разных ракурсах. Диаграммы, относящиеся к первому типу, называются диаграммами «Описания последовательности этапов процесса» (Process Flow Description Diagrams, PFDD), а ко второму – диаграммами «Состояния объекта и его трансформации в процессе» (Object State Transition Network, OSTN). Предположим, требуется описать процесс окраски детали в производственном цехе на предприятии. С помощью диаграмм PFDD документируется последовательность и описание стадий обработки детали в рамках исследуемого технологического процесса. Диаграммы OSTN используются для иллюстрации трансформаций детали, которые происходят на каждой стадии обработки.

На следующем примере опишем, как графические средства IDEF3 позволяют документировать вышеуказанный производственный процесс окраски детали. В целом, этот процесс состоит непосредственно из самой окраски, производимой на специальном оборудовании и этапа контроля ее качества, который определяет, нужно ли деталь окрасить заново (в случае несоответствия стандартам и выявления брака) или отправить ее в дальнейшую обработку.

На рисунке 1.29 изображена диаграмма PFDD, являющаяся графическим отображением сценария обработки детали. Прямоугольники на диаграмме PFDD называются функциональными элементами или элементами поведения (Unit of Behavior, UOB) и обозначают событие, стадию процесса или принятие решения. Каждый UOB имеет свое имя, отображаемое в глагольной форме, и уникальный номер.

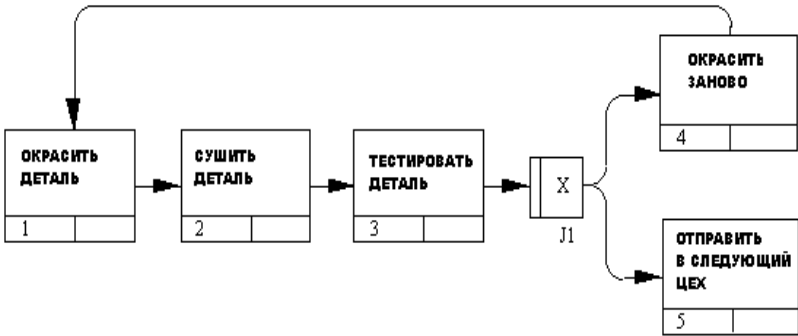


Рис. 1.29. Пример PFDD-диаграммы

Стрелки или линии являются отображением перемещения детали между УОВ-блоками в ходе процесса. Типы связей модели IDEF3 представлены в табл. 1.2.

Объект, обозначенный J1, – называется перекрестком (Junction). Перекрестки используются для отображения логики взаимодействия стрелок (потоков) при слиянии и разветвлении или для отображения множества событий, которые могут или должны быть завершены перед началом следующей работы. Различают перекрестки для слияния (Fan-in Junction) и разветвления (Fan-out Junction) стрелок.

### 1.2. Классификация типов связей


Обозначение	Тип связи
	Старшая связь (Precedence) – временное предшествование. Исходное действие должно завершиться прежде, чем конечное действие может начаться
	Нечеткое отношение (Relational Link) – вид взаимодействия между действиями задается отдельно для каждой связи
	Поток объектов (Object Flow) – используется для описания того факта, что объект (деталь) используется в двух или более единицах работы, например, когда объект порождается в одной работе и используется в другой

Перекресток не может использоваться одновременно для слияния и для разветвления. При внесении перекрестка в диаграмму необходимо указать тип перекрестка. Классификация возможных типов перекрестков приведена в табл. 1.3.

Сценарий, отображаемый на диаграмме, можно описать в следующем виде.

Деталь поступает в окрасочный цех, подготовленной к окраске. В процессе окраски наносится один слой эмали при высокой температуре.

### 1.3. Классификация возможных типов перекрестков

Обозначение	Наименование	Смысл в случае слияния стрелок (Fan-in Junction)	Смысл в случае разветвления стрелок (Fan-out Junction)
	Asynchronous AND (Асинхронное И)	Все предшествующие процессы должны быть завершены	Все следующие процессы должны быть запущены
	Synchronous AND (Синхронное И)	Все предшествующие процессы завершены одновременно	Все следующие процессы запускаются одновременно
	Asynchronous OR (Асинхронное ИЛИ)	Один или несколько предшествующих процессов должны быть завершены	Один или несколько следующих процессов должны быть запущены
	Synchronous OR (Синхронное ИЛИ)	Один или несколько предшествующих процессов завершаются одновременно	Один или несколько следующих процессов запускаются одновременно
	XOR (Exclusive OR) (Исключающее ИЛИ)	Только один предшествующий процесс завершен	Только один следующий процесс запускается

Затем производится сушка детали, после которой начинается этап проверки качества нанесенного слоя. Если тест подтверждает недостаточное качество нанесенного слоя (недостаточную толщину, неоднородность и т.д.), то деталь заново пропускается через цех окраски. Если деталь успешно проходит контроль качества, то она отправляется в следующий цех для дальнейшей обработки.

Каждый функциональный блок UOB может иметь последовательность декомпозиций и, следовательно, может быть детализирован с любой необходимой точностью. Под декомпозицией понимается представление каждого UOB с помощью отдельной IDEF3-диаграммы. Например, можно декомпонировать UOB «Окрасить Деталь», представив его отдельным процессом и построив для него свою PFDD-диаграмму. При этом эта диаграмма будет называться дочерней по отношению к исходной, а та, соответственно, родительской.

Номера UOB дочерних диаграмм имеют сквозную нумерацию, т.е., если родительский UOB имеет номер «1», то блоки UOB на его декомпозиции будут соответственно иметь номера «1.1», «1.2» и т.д.

На рисунке 1.30 представлен пример построения IDEF3-диаграммы, иллюстрирующей процесс сборки компьютеров. После проверки наличия необходимых для сборки комплектующих возможно одно из двух действий – или заказ со склада недостающих комплектующих, или, если все комплектующие в наличии, их подготовка. Поэтому здесь использован перекресток разветвления J1 типа «Исключающее ИЛИ». Работы «Подготовка комплектующих» и «Установка материнской платы и процессора» соединены связью «Поток объектов». Тем самым показано, что между этими работами передаются объекты. Все последующие работы соединяются связями «Старшая связь», поскольку они только показывают последовательность действий над одними и теми же объектами.

После установки винчестера возможна установка DVD привода, ТВ-тюнера, кардридера или любая их комбинация. Поэтому здесь использован перекресток разветвления J2 типа «Асинхронное ИЛИ». Такой же перекресток J3 стоит и после завершения этих работ. Далее после установки операционной системы может быть установлено дополнительное ПО, или же сразу формируется отчет, поэтому показан перекресток разветвления J4 типа «Исключающее ИЛИ».

Если диаграммы PFDD – технологический процесс «С точки зрения наблюдателя», то другой класс диаграмм IDEF3 OSTN позволяет рассматривать тот же самый процесс «С точки зрения объекта». На рисунке 1.31 представлено отображение процесса окраски с точки зрения OSTN-диаграммы. Состояния объекта (в нашем случае детали) и изменение состояния являются ключевыми понятиями OSTN-диаграммы.



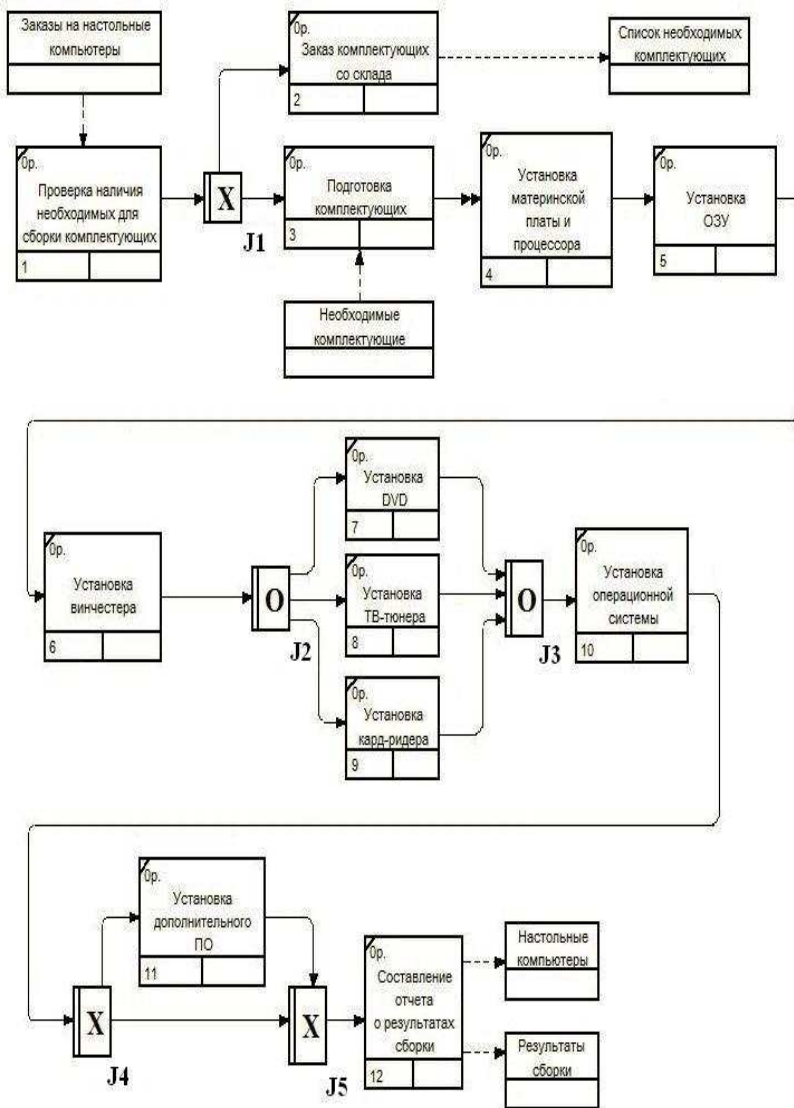


Рис. 1.30. Пример IDEF3-диаграммы

Состояния объекта отображаются окружностями, а их изменения – направленными линиями. Каждая линия имеет ссылку на соответствующий функциональный блок UOB, в результате которого произошло отображаемое ей изменение состояния объекта.

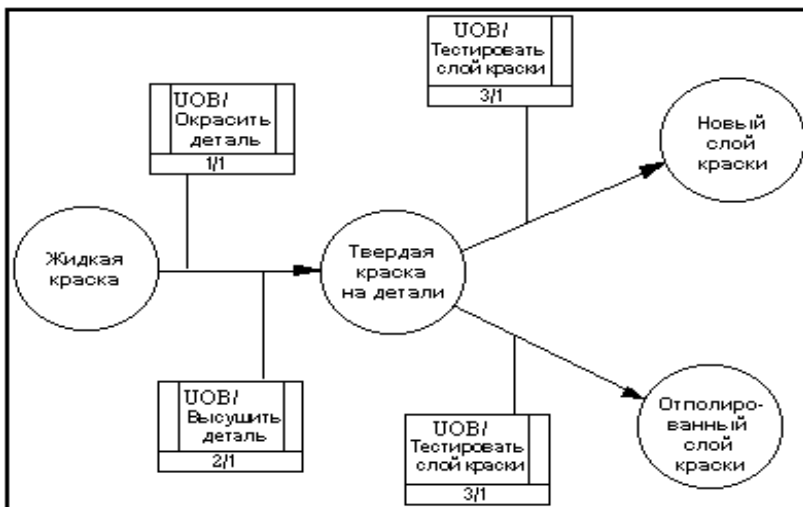


Рис. 1.31. Пример OSTN-диаграммы

#### 1.4.5. Методология функционально-стоимостного анализа

Функционально-стоимостной анализ позволяет выполнить следующие виды работ:

1. Определение и проведение общего анализа себестоимости бизнес-процессов на предприятии (маркетинг, производство продукции и оказание услуг, сбыт, менеджмент качества, техническое и гарантийное обслуживание и др.).

2. Проведение функционального анализа, связанного с установлением и обоснованием выполняемых структурными подразделениями предприятий функций с целью обеспечения выпуска высокого качества продукции и оказания услуг.

3. Определение и анализ основных, дополнительных и ненужных функциональных затрат.

4. Сравнительный анализ альтернативных вариантов снижения затрат в производстве, сбыте и управлении за счет упорядочения функций структурных подразделений предприятия.

5. Анализ интегрированного улучшения результатов деятельности предприятия.

В настоящее время метод ФСА стал всеобъемлющим инструментом оценки систем, процессов и предприятий.

Функционально-стоимостной анализ – метод определения стоимости, а также других характеристик изделий, услуг и потребителей, использующих в качестве основы функции и ресурсы, задействованные в

производстве, маркетинге, продаже, доставке, технической поддержке, оказании услуг, обслуживании клиентов и обеспечении качества.

ФСА-метод – один из методов, позволяющий указать на возможные пути улучшения стоимостных показателей. Цель создания ФСА-модели для совершенствования деятельности предприятий – достичь улучшений в работе предприятий по показателям стоимости, трудоемкости и производительности. Проведение расчетов по ФСА-модели позволяет получить большой объем ФСА-информации для принятия решения.

ФСА-информацию можно использовать как для текущего (оперативного) управления, так и для принятия стратегических решений. На уровне тактического управления информацию из ФСА-модели можно использовать для формирования рекомендаций по увеличению прибыли и повышению эффективности деятельности организации. На стратегическом – помощь в принятии решений относительно реорганизации предприятия, изменения ассортимента продуктов и услуг, выхода на новые рынки, диверсификации и т.д. ФСА-информация показывает, как можно перераспределить ресурсы с максимальной стратегической выгодой, помогает выявить возможности тех факторов (качество, обслуживание, снижение стоимости, уменьшение трудоемкости), которые имеют наибольшее значение, а также определить наилучшие варианты капиталовложений.

Основные направления использования ФСА-модели для реорганизации бизнес-процессов – это повышение производительности, снижение стоимости, трудоемкости, времени и повышение качества.

Повышение производительности включает в себя три этапа. На первом этапе осуществляется анализ функций для определения возможностей повышения эффективности их выполнения. На втором – выявляются причины непроизводительных расходов и пути их устранения. И, наконец, на третьем этапе осуществляется мониторинг и ускорение нужных изменений с помощью измерения основных параметров производительности.

Что касается снижения стоимости, трудоемкости и времени, то с помощью ФСА-метода можно так реорганизовать деятельность, чтобы было достигнуто устойчивое их сокращение. Для этого необходимо сделать следующее:

- 1) сократить время, необходимое для выполнения функций;
- 2) устранить ненужные функции;
- 3) сформировать ранжированный перечень функций по стоимости, трудоемкости или времени;
- 4) выбрать функции с низкой стоимостью, трудоемкостью и временем;

5) организовать совместное использование всех возможных функций;

б) перераспределить ресурсы, высвободившиеся в результате усовершенствований.

Очевидно, что вышеперечисленные действия улучшают качество бизнес-процессов. Повышение качества бизнес-процессов осуществляется за счет проведения сравнительной оценки и выбора рациональных (по стоимостному или временному критерию) технологий выполнения операций или процедур.

В основе управления, основанного на функциях, лежат несколько аналитических методов, использующих ФСА-информацию: стратегический анализ, стоимостной анализ, временной анализ, анализ трудоемкости, определение целевой стоимости и исчисление стоимости, исходя из жизненного цикла продукта или услуги.

ФСА-информация позволяет принимать осознанные и целенаправленные решения о распределении ресурсов, опирающиеся на понимание взаимосвязей функций и стоимостных объектов, стоимостных факторов и объема работ.

Развитием ФСА-метода стал метод функционально-стоимостного управления (ФСУ, Activity-Based Management, ФСУ). ФСУ – это метод, который включает управление издержками на основе применения более точного отнесения издержек на процессы и продукцию.

Особо обращаем внимание на то, что ФСУ-метод позволяет не только определять издержки, но и управлять ими. Однако не стоит ставить знак равенства между управлением и контролем. Данные ФСА/ФСУ используются больше для «предсказательного» моделирования, чем для контроля. На сегодняшний день использование данных об издержках для нужд контроля вытесняется более оперативной информацией от TQM-метода, реализованного в виде функций статистического контроля процессов (Statistical Process Control, SPC), или от интегрированных информационных систем, работающих в режиме реального времени.

В процессе построения функционально-стоимостных моделей удалось установить методологическую и технологическую взаимосвязь между IDEF0- и ФСА-моделями.

Связанность методов IDEF0 и ФСА заключается в том, что оба метода рассматривают предприятие, как множество последовательно выполняемых функций, а дуги входов, выходов, управления и механизмов IDEF0-модели соответствуют стоимостным объектам и ресурсам ФСА-модели. На рисунке 1.32 представлена концептуальная модель ФСА-метода, из которой четко видно, что Ресурсы (Затраты) в ФСА-модели – это входные дуги, дуги управления и механизмов в IDEF0-модели (рис. 1.33), Продукты (Стоимостные объекты) ФСА-

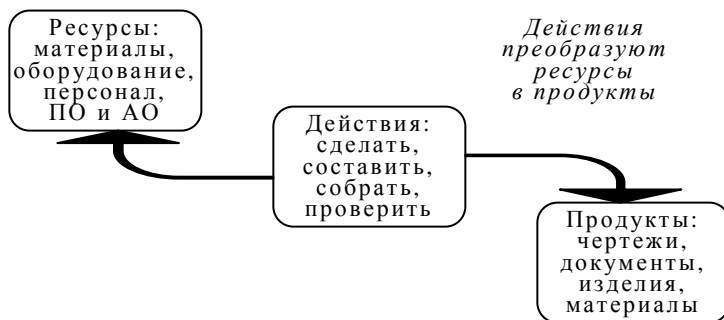


Рис. 1.32. Концептуальная схема ФСА-метода

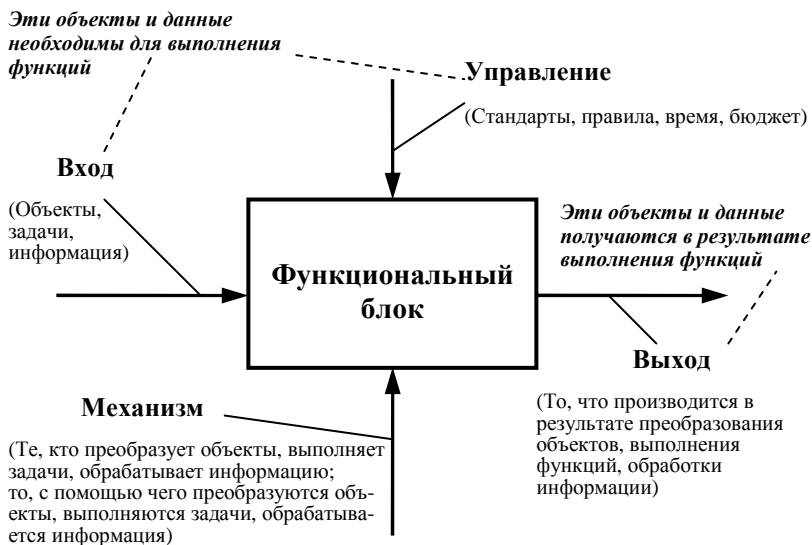


Рис. 1.33. Функциональный блок и интерфейсные дуги

модели – это выходные дуги IDEF0-модели, а Действия ФСА-метода – это Функции в IDEF0-модели

На более низком уровне, а именно, уровне функционального блока (рис. 1.33) связь IDEF0- и ФСА-моделей базируется на следующих принципах:

1. Функция характеризуется числом, которое представляет собой стоимость или время выполнения этой функции.
2. Стоимость или время функции, которая не имеет декомпозиции, определяется разработчиком системы.

Стоимость или время функции, которая имеет декомпозицию, определяется, как сумма стоимостей (времен) всех подфункций на данном уровне декомпозиции.

В заключение приведем классификацию базовых методологий для построения моделей бизнес-процессов (информационной модели КИС) (табл. 1.4).

В результате обследования предприятия строится функциональная модель существующей организации работы AS-IS («как есть»). На основе этой модели достигается консенсус между различными единицами бизнеса по вопросам, кто что сделал, и что каждая единица бизнеса добавляет в процесс. Модель AS-IS позволяет выяснить, что следует сделать сегодня, перед тем как решить, что следует сделать завтра. Внедрение информационной системы неизбежно приведет к перестройке существующих бизнес-процессов предприятия.

#### 1.4. Классификация базовых методологий

Методы	Основные задачи, решаемые методом	Методологии	Инструментальные средства
Функциональное моделирование	Описание бизнес процессов в виде системы взаимосвязанных функций	IDEFO	Design IDEFO (Meta Software), BPwin (Logic Works)
Имитационное моделирование	Моделирование поведения системы в различных условиях: анализ критических режимов работы; анализ динамических характеристик бизнес процессов	IDEF3	Lotus Workflow, WorkRoute
Информационное моделирование	Описание информационной структуры объектов, идентификация отношений между объектами	IDEFIX IDEF4	ERwin (Logic Works), S-Designer (Powersoft), Power Désigner (Sybase)

Анализ функциональной модели позволяет понять, где находятся самые «узкие места», в чем будут состоять преимущества новых бизнес-процессов и насколько глубоким изменениям подвергнется существующая структура организации предприятия. Детализация бизнес-процессов позволяет выявить недостатки организации даже там, где функциональность на первый взгляд кажется очевидной. Признаками несовершенной деятельности могут быть бесполезные, неуправляемые и дублирующиеся работы, неэффективный документооборот (нужного документа не оказывается в нужном месте в нужное время) отсутствие обратных связей по управлению (проведение работы не зависит от результата) и по входу (объекты или информация используются нерационально) и т.д.

Найденные в модели AS-IS недостатки можно исправить при создании модели TO-BE («как будет») – модели новой организации бизнес-процессов. Модель TO-BE нужна для оценки последствий внедрения КИС и анализа альтернативных, в том числе лучших, путей выполнения работы и документирования того, как предприятие будет функционировать в будущем. Как правило, строится несколько моделей TO-BE, из которых по какому-либо критерию выбирается наилучшая. Например, каждая из моделей TO-BE может соответствовать определенной ИС.

Проблема состоит в том, что таких критериев может быть много и непросто выделить важнейший. Для того, чтобы определить эффективность бизнес-процессов после внедрения КИС, необходима система метрик, т.е. качество следует оценивать количественно.

ВРwin предоставляет аналитику два инструмента для оценки модели предприятия – стоимостной анализ, основанный на работах (Activity Based Costing, ABC) и свойства определяемые пользователем (User Defined Properties, UDP). ABC является широко распространенной методикой, используемой международными корпорациями и государственными организациями для идентификации движителей затрат в организации. Стоимостной анализ представляет собой соглашение об учете используемое для сбора затрат, связанных с работами, с целью определить общую стоимость процесса. ABC основан на модели работ, поскольку количественная оценка невозможна без детального понимания функциональности предприятия. Обычно ABC применяется для того, чтобы понять, как складываются выходные затраты, и облегчить выбор нужной модели работ при реорганизации деятельности предприятия (Business Process Reengineering, BPR). С помощью стоимостного анализа можно определить действительную стоимость производства продукта и поддержки клиента, идентифицировать самые затратные работы (те, которые должны быть улучшены в первую очередь) и т.д. в каждой из моделей AS-IS и TO-BE. Следовательно, стоимостной

анализ позволяет оценить последствия внедрения КИС и выяснить, приведет ли информационная система к повышению производительности и экономическому эффекту, и к какому именно.

ABC может проводиться только тогда, когда модель работы является последовательной (следует синтаксическим правилам IDEFO), корректной (отражает бизнес-процесс), полной (охватывает всю рассматриваемую область) и стабильной (проходит цикл экспертизы без изменений). Эта методика включает в себя такие понятия, как объект затрат (причина, по которой работа выполняется, обычно это – основной выход работы, стоимость работ есть стоимость объектов затрат), движитель затрат (характеристики входов и управлений работы, которые влияют на то, как выполняется и как долго длится работа) и центры затрат (центры затрат можно трактовать как статьи расхода).

При проведении стоимостного анализа в VPwin сначала задаются единицы измерения времени и денег, далее описываются центры затрат (cost centers) и затем для каждой работы на диаграмме декомпозиции назначаются продолжительность (duration), частота проведения данной работы в рамках общего процесса (frequency) и суммы по каждому центру затрат, т.е. задается стоимость каждой работы по каждой статье расхода. Затраты вышестоящей работы определяются как сумма затрат дочерних работ по каждому центру затрат. Такой достаточно упрощенный принцип подсчета справедлив в случае, если работы выполняются последовательно. Если же схема выполнения более сложная, можно отказаться от подсчета и задать итоговые суммы вручную или воспользоваться специализированным средством стоимостного анализа EasyABC. Результаты стоимостного анализа наглядно представляются на специальном отчете VPwin – Activity Cost Report (ACR). ЛВС позволяет оценить стоимостные и временные характеристики системы. Если стоимостных показателей недостаточно, имеется возможность внесения собственных метрик – свойств, определенных пользователем (UDP). Каждой работе можно поставить в соответствие набор UDP и проанализировать результат в специальном отчете Diagram Object Report.

### **Контрольные вопросы**

1. Дайте определение корпоративной информационной системы.
2. Дайте определение информационной системы.
3. Из каких элементов состоит информационная система?
4. Что лежит на вершине и в основании иерархии модели информационной системы?
5. Какие процессы объединяет в себя понятие реинжиниринг бизнес-процессов?



6. Назовите базовые понятия реинжиниринга бизнес-процессов.
7. Перечислите основные принципы реинжиниринга бизнес-процессов.
8. Для чего предназначена методология IDEF0?
9. Какая методология используется для онтологического исследования состояния систем?
10. Какие типы связности рекомендуется использовать в методологии SADT для построения хороших моделей?
11. Какая методология используется для разработки реляционных моделей данных?
12. Как изображаются независимые и зависимые сущности в стандарте IDEF1x?
13. Какие виды перекрестков и связей используются в методологии IDEF3?
14. Для каких целей используются результаты функционально-стоимостного анализа на оперативном, тактическом и стратегическом уровнях управления?

## **2. ОСНОВЫ МЕТОДОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

---

Информационные системы могут принести огромную пользу для предприятий (корпораций), за счет автоматизации задач, которые решались вручную. Если говорить коротко, то преимущества информационных систем сводятся к следующим ключевым понятиям: быстрее, лучше и больше. Тем не менее, для того, чтобы осознать пользу информационных систем, необходимо иметь возможность разрабатывать их вовремя и с минимальными затратами. Другими словами, информационные системы должны удовлетворять интересам бизнеса, а также быть легко модифицируемыми и недорогими. Плохо спроектированная система, в конечном счете, требует больших затрат и времени для ее содержания и обновления.

### **2.1. ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

Одним из базовых понятий методологии проектирования ИС является понятие жизненного цикла ее программного обеспечения (ЖЦ ПО). ЖЦ ПО – это непрерывный процесс, который начинается с момента принятия решения о необходимости его создания и заканчивается в момент его полного изъятия из эксплуатации.

Основным нормативным документом, регламентирующим ЖЦ ПО, является международный стандарт ISO/IEC 12207 (ISO – International Organization of Standardization – Международная организация по стандартизации, IEC – International Electrotechnical Commission – Международная комиссия по электротехнике). Он определяет структуру ЖЦ, содержащую процессы, действия и задачи, которые должны быть выполнены во время создания ПО.

Структура ЖЦ ПО по стандарту ISO/IEC 12207 базируется на трех группах процессов:

- 1) основные процессы ЖЦ ПО (приобретение, поставка, разработка, эксплуатация, сопровождение);
- 2) вспомогательные процессы, обеспечивающие выполнение основных процессов (документирование, управление конфигурацией, обеспечение качества, верификация, аттестация, оценка, аудит, решение проблем);
- 3) организационные процессы (управление проектами, создание инфраструктуры проекта, определение, оценка и улучшение самого ЖЦ, обучение).

Разработка включает в себя все работы по созданию ПО и его компонент в соответствии с заданными требованиями, включая оформление проектной и эксплуатационной документации, подготовку материалов, необходимых для проверки работоспособности и соответствующего качества программных продуктов, материалов, необходимых для организации обучения персонала и т.д. Разработка ПО включает в себя, как правило, анализ, проектирование и реализацию (программирование).

Эксплуатация включает в себя работы по внедрению компонентов ПО в эксплуатацию, в том числе конфигурирование базы данных и рабочих мест пользователей, обеспечение эксплуатационной документацией, проведение обучения персонала и т.д. и непосредственно эксплуатацию, в том числе локализацию проблем и устранение причин их возникновения, модификацию ПО в рамках установленного регламента, подготовку предложений по совершенствованию, развитию и модернизации системы.

Управление проектом связано с вопросами планирования и организации работ, создания коллективов разработчиков и контроля за сроками и качеством выполняемых работ. Техническое и организационное обеспечение проекта включает выбор методов и инструментальных средств для реализации проекта, определение методов описания промежуточных состояний разработки, разработку методов и средств испытаний ПО, обучение персонала и т.п. Обеспечение качества проекта связано с проблемами верификации, проверки и тестирования ПО. Верификация – это процесс определения того, отвечает ли текущее состояние разработки, достигнутое на данном этапе, требованиям этого этапа. Проверка позволяет оценить соответствие параметров разработки с исходными требованиями. Проверка частично совпадает с тестированием, которое связано с идентификацией различий между действительными и ожидаемыми результатами и оценкой соответствия характеристик ПО исходным требованиям. В процессе реализации проекта важное место занимают вопросы идентификации, описания и контроля конфигурации отдельных компонентов и всей системы в целом.

Управление конфигурацией является одним из вспомогательных процессов, поддерживающих основные процессы жизненного цикла ПО, прежде всего процессы разработки и сопровождения ПО. При создании проектов сложных ИС, состоящих из многих компонентов, каждый из которых может иметь разновидности или версии, возникает проблема учета их связей и функций, создания унифицированной структуры и обеспечения развития всей системы. Управление конфигурацией позволяет организовать, систематически учитывать и контролировать внесение изменений в ПО на всех стадиях ЖЦ. Общие принципы и ре-

комендации конфигурационного учета, планирования и управления конфигурациями ПО отражены в проекте стандарта ISO 12207-2.

Каждый процесс характеризуется определенными задачами и методами их решения, исходными данными, полученными на предыдущем этапе, и результатами. Результатами анализа, в частности, являются функциональные модели, информационные модели и соответствующие им диаграммы. ЖЦ ПО носит итерационный характер: результаты очередного этапа часто вызывают изменения в проектных решениях, выработанных на более ранних этапах.

## **2.2. МОДЕЛИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

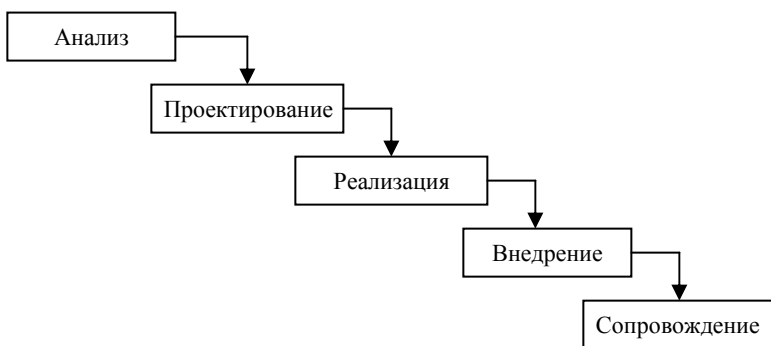
Стандарт ISO/IEC 12207 не предлагает конкретную модель ЖЦ и методы разработки ПО (под моделью ЖЦ понимается структура, определяющая последовательность выполнения и взаимосвязи процессов, действий и задач, выполняемых на протяжении ЖЦ. Модель ЖЦ зависит от специфики ИС и специфики условий, в которых последняя создается и функционирует). Его регламенты являются общими для любых моделей ЖЦ, методологий и технологий разработки. Стандарт ISO/IEC 12207 описывает структуру процессов ЖЦ ПО, но не конкретизирует в деталях, как реализовать или выполнить действия и задачи, включенные в эти процессы.

К настоящему времени наибольшее распространение получили следующие две основные модели ЖЦ: каскадная модель, спиральная модель.

В изначально существовавших однородных ИС каждое приложение представляло собой единое целое. Для разработки такого типа приложений применялся каскадный способ. Его основной характеристикой является разбиение всей разработки на этапы, причем переход с одного этапа на следующий, происходит только после того, как будет полностью завершена работа на текущем (рис. 2.1). Каждый этап завершается выпуском полного комплекта документации, достаточной для того, чтобы разработка могла быть продолжена другой командой разработчиков.

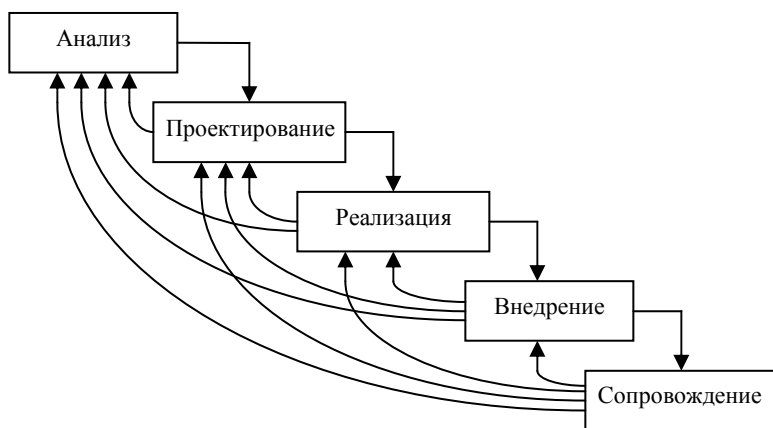
Положительные стороны применения каскадного подхода заключаются в следующем:

- на каждом этапе формируется законченный набор проектной документации, отвечающий критериям полноты и согласованности;
- выполняемые в логичной последовательности этапы работ позволяют планировать сроки завершения всех работ и соответствующие затраты.



**Рис. 2.1. Каскадная схема разработки ПО**

Каскадный подход хорошо зарекомендовал себя при построении ИС, для которых в самом начале разработки можно достаточно точно и полно сформулировать все требования с тем, чтобы предоставить разработчикам свободу реализовать их как можно лучше с технической точки зрения. В эту категорию попадают сложные расчетные системы, системы реального времени и другие подобные задачи. Однако, в процессе использования этого подхода обнаружился ряд его недостатков, вызванных прежде всего тем, что реальный процесс создания ПО никогда полностью не укладывался в такую жесткую схему. В процессе создания ПО постоянно возникала потребность в возврате к предыдущим этапам и уточнении или пересмотре ранее принятых решений. В результате реальный процесс создания ПО принимал вид, представленный на рис. 2.2.



**Рис. 2.2. Реальный процесс разработки ПО по каскадной схеме**

Основным недостатком каскадного подхода является существенное запаздывание с получением результатов. Согласование результатов с пользователями производится только в точках, планируемых после завершения каждого этапа работ, требования к ИС «заморожены» в виде технического задания на все время ее создания. Таким образом, пользователи могут внести свои замечания только после того, как работа над системой будет полностью завершена. В случае неточного изложения требований или их изменения в течение длительного периода создания ПО, пользователи получают систему, не удовлетворяющую их потребностям. Модели (как функциональные, так и информационные) автоматизируемого объекта могут устареть одновременно с их утверждением.

Для преодоления перечисленных проблем была предложена спиральная модель ЖЦ (рис. 2.3), делающая упор на начальные этапы ЖЦ: анализ и проектирование. На этих этапах реализуемость технических решений проверяется путем создания прототипов. Каждый виток спирали соответствует созданию фрагмента или версии ПО, на нем уточняются цели и характеристики проекта, определяется его качество и планируются работы следующего витка спирали. Таким образом углубляются и последовательно конкретизируются детали проекта и в результате выбирается обоснованный вариант, который доводится до реализации.

Разработка итерациями отражает объективно существующий спиральный цикл создания системы. Неполное завершение работ на каждом этапе позволяет переходить на следующий этап, не дожидаясь

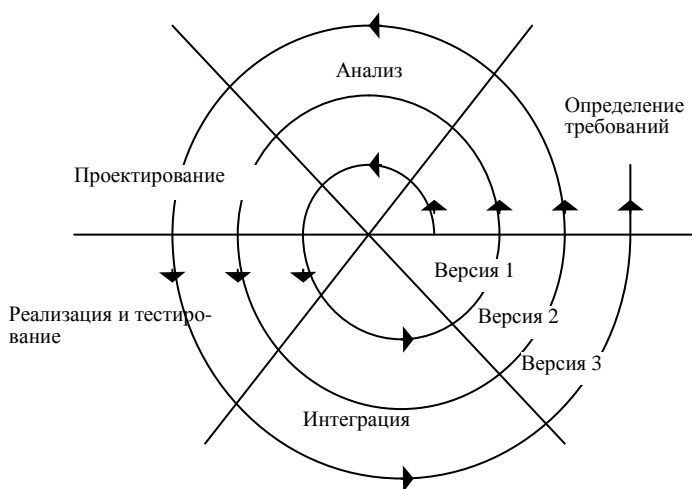


Рис. 2.3. Спиральная модель ЖЦ

полного завершения работы на текущем. При итеративном способе разработки недостающую работу можно будет выполнить на следующей итерации. Главная же задача – как можно быстрее показать пользователям системы работоспособный продукт, тем самым активизируя процесс уточнения и дополнения требований.

Основная проблема спирального цикла – определение момента перехода на следующий этап. Для ее решения необходимо ввести временные ограничения на каждый из этапов жизненного цикла. Переход осуществляется в соответствии с планом, даже если не вся запланированная работа закончена. План составляется на основе статистических данных, полученных в предыдущих проектах, и личного опыта разработчиков.

### 2.3. МЕТОДОЛОГИИ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ (CASE-СРЕДСТВА)

Методологии, технологии и инструментальные средства проектирования (CA-SE-средства) составляют основу проекта любой ИС. Методология реализуется через конкретные технологии и поддерживающие их стандарты, методики и инструментальные средства, которые обеспечивают выполнение процессов ЖЦ.

Технология проектирования определяется как совокупность трех составляющих:

- 1) пошаговой процедуры, определяющей последовательность технологических операций проектирования (рис. 2.4);
- 2) критериев и правил, используемых для оценки результатов выполнения технологических операций;
- 3) нотаций (графических и текстовых средств), используемых для описания проектируемой системы.

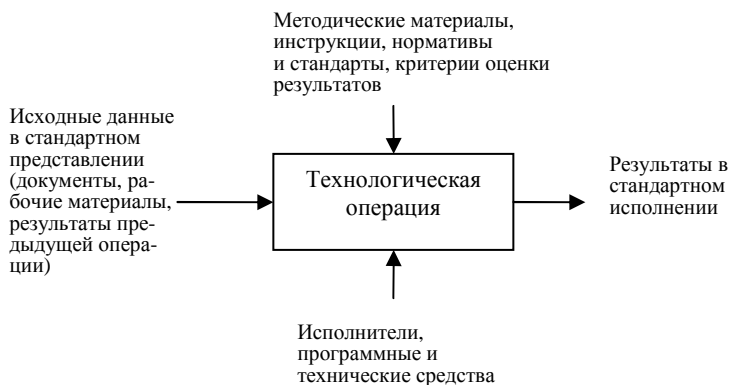


Рис. 2.4. Представление технологической операции проектирования

Технологические инструкции, составляющие основное содержание технологии, должны состоять из описания последовательности технологических операций, условий, в зависимости от которых выполняется та или иная операция, и описаний самих операций.

Технология проектирования, разработки и сопровождения ИС должна удовлетворять следующим общим требованиям:

- 1) поддерживать полный ЖЦ ПО;
- 2) обеспечивать гарантированное достижение целей разработки ИС с заданным качеством и в установленное время;
- 3) обеспечивать возможность выполнения крупных проектов в виде подсистем (т.е. возможность декомпозиции проекта на составные части, разрабатываемые группами исполнителей ограниченной численности с последующей интеграцией составных частей);
- 4) обеспечивать возможность ведения работ по проектированию отдельных подсистем небольшими группами (3 – 7 человек), что обусловлено принципами управляемости коллектива и повышения производительности за счет минимизации числа внешних связей;
- 5) обеспечивать минимальное время получения работоспособной ИС. Речь идет не о сроках готовности всей ИС, а о сроках реализации отдельных подсистем. Практика показывает, что даже при наличии полностью завершенного проекта, внедрение идет последовательно по отдельным подсистемам;
- 6) предусматривать возможность управления конфигурацией проекта, ведения версий проекта и его составляющих, возможность автоматического выпуска проектной документации и синхронизацию ее версий с версиями проекта;
- 7) обеспечивать независимость выполняемых проектных решений от средств реализации ИС (систем управления базами данных (СУБД), операционных систем, языков и систем программирования);
- 8) поддерживаться комплексом согласованных CASE-средств, обеспечивающих автоматизацию процессов, выполняемых на всех стадиях ЖЦ.

Реальное применение любой технологии проектирования, разработки и сопровождения ИС в конкретной организации и конкретном проекте невозможно без выработки ряда стандартов (правил, соглашений), которые должны соблюдаться всеми участниками проекта. К таким стандартам относятся следующие.

1. Стандарт проектирования, который должен устанавливать: набор необходимых моделей (диаграмм) на каждой стадии проектирования и степень их детализации; правила фиксации проектных решений на диаграммах, в том числе: правила именования объектов (включая соглашения по терминологии), набор атрибутов для всех объектов и правила их заполнения на каждой стадии, правила оформления диа-



грамм, включая требования к форме и размерам объектов, и т.д.; требования к конфигурации рабочих мест разработчиков, включая настройки операционной системы, настройки CASE-средств, общие настройки проекта и т.д.; механизм обеспечения совместной работы над проектом, в том числе: правила интеграции подсистем проекта, правила поддержания проекта в одинаковом для всех разработчиков состоянии (регламент обмена проектной информацией, механизм фиксации общих объектов и т.д.), правила проверки проектных решений на непротиворечивость и т.д.

2. Стандарт оформления проектной документации, который должен устанавливать: комплектность, состав и структуру документации на каждой стадии проектирования; требования к ее оформлению (включая требования к содержанию разделов, подразделов, пунктов, таблиц и т.д.), правила подготовки, рассмотрения, согласования и утверждения документации с указанием предельных сроков для каждой стадии; требования к настройке издательской системы, используемой в качестве встроенного средства подготовки документации; требования к настройке CASE-средств для обеспечения подготовки документации в соответствии с установленными требованиями.

3. Стандарт пользовательского интерфейса, который должен устанавливать: правила оформления экранов (шрифты и цветовая палитра), состав и расположение окон и элементов управления; правила использования клавиатуры и мыши; правила оформления текстов помощи; перечень стандартных сообщений; правила обработки реакции пользователя.

## **2.4. СТРУКТУРНЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

Сущность структурного подхода к разработке ИС заключается в ее декомпозиции (разбиении) на автоматизируемые функции: система разбивается на функциональные подсистемы, которые в свою очередь делятся на подфункции, подразделяемые на задачи и так далее. Процесс разбиения продолжается вплоть до конкретных процедур. При этом автоматизируемая система сохраняет целостное представление, в котором все составляющие компоненты взаимоувязаны. При разработке системы «снизу-вверх» от отдельных задач ко всей системе целостность теряется, возникают проблемы при информационной стыковке отдельных компонентов.

Все наиболее распространенные методологии структурного подхода базируются на ряде общих принципов. Основными из этих принципов являются следующие:

- 1) принцип абстрагирования – выделение существенных аспектов системы и отвлечения от несущественных;
- 2) принцип формализации – необходимость строгого методического подхода к решению проблемы;
- 3) принцип непротиворечивости – обоснованность и согласованность элементов;
- 4) принцип структурирования данных – данные должны быть структурированы и иерархически организованы.

В структурном анализе используются в основном две группы средств, иллюстрирующих функции, выполняемые системой и отношения между данными. Каждой группе средств соответствуют определенные виды моделей (диаграмм), наиболее распространенными, среди которых являются следующие:

- SADT (Structured Analysis and Design Technique) модели и соответствующие функциональные диаграммы (п. 1.4.1);
- DFD (Data Flow Diagrams) диаграммы потоков данных (п. 2.4.1);
- ERD (Entity-Relationship Diagrams) диаграммы «сущность-связь» (п. 2.4.3).

На стадии проектирования ИС модели расширяются, уточняются и дополняются диаграммами, отражающими структуру программного обеспечения: архитектуру ПО, структурные схемы программ и диаграммы экранных форм.






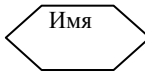
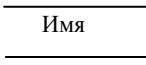
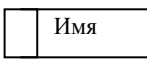
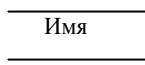
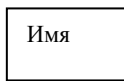

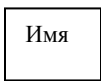
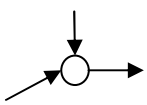
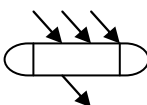
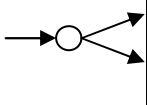
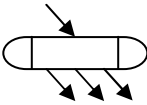
Перечисленные модели в совокупности дают полное описание ИС независимо от того, является ли она существующей или вновь разрабатываемой. Состав диаграмм в каждом конкретном случае зависит от необходимой полноты описания системы.

#### **2.4.1. Моделирование потоков данных (процессов) DFD**

В соответствии с методологией модель системы определяется как иерархия диаграмм потоков данных, описывающих асинхронный процесс преобразования информации от ее ввода в систему до выдачи пользователю. Диаграммы верхних уровней иерархии (контекстные диаграммы) определяют основные процессы или подсистемы ИС с внешними входами и выходами. Они детализируются при помощи диаграмм нижнего уровня. Такая декомпозиция продолжается, создавая многоуровневую иерархию диаграмм, до тех пор, пока не будет достигнут такой уровень декомпозиции, на котором процессы становятся элементарными и детализировать их далее невозможно.

Для изображения DFD используются различные графические нотации, приведенные в табл. 2.1. Наиболее часто используются нотации Йодана (Yoardan) и Гейна-Сарсона (Gane-Sarson).

## 2.1. Нотации диаграмм потоков данных

Объект	Йодан	Гейне-Сарсон	SAG
Поток данных	Имя 	Имя 	Имя 
Процесс			
Хранилище данных			
Внешняя сущность (терминатор)			
Группировка потоков			Нет
Разгруппировка потоков			Нет

*Поток данных* – средство, используемое для моделирования передачи информации (а иногда и материальных объектов) из одной части системы в другую. Потоки данных на диаграммах изображаются именованными стрелками, ориентация которых указывает направление движения информации. Имя потока данных должно быть существенным с дополнением и отражать содержание потока. Поскольку в информационных системах обращаются документы, потоки данных часто соответствуют этим документам и именуются как документы, например «Сменный журнал», «Платежное поручение».

Иногда информация может двигаться в одном направлении, обрабатываться и возвращаться назад к источнику. Такая ситуация может моделироваться либо двумя различными потоками, либо одним – двунаправленным.

*Процесс* – это преобразование входного потока в выходной. Имя процесса должно содержать активный глагол в неопределенной форме с дополнением, например: «Вычислить максимальное значение», «Определить показатели ремонтпригодности». Использование таких глаголов, как «модернизировать», «редактировать», «обработать» говорит о плохом анализе и неглубоком понимании задачи. Кроме того, каждый процесс должен иметь уникальный номер, используемый для ссылок внутри диаграммы.

*Хранилище данных* (накопитель) определяет данные, которые будут сохраняться в памяти между процессами. Это, как бы, сечения потоков данных во времени. Информация, содержащаяся в хранилище, может использоваться в любое время после ее определения. Имя хранилища должно идентифицировать его содержание и быть существительным. Если поток данных на входе или на выходе из хранилища соответствует структуре хранилища, он должен иметь такое же имя, как и хранилище, и поэтому имя потока можно не указывать.

*Внешняя сущность* (терминатор) это некоторая сущность, находящаяся вне границы рассматриваемой системы. Это может быть материальный предмет или физическое лицо являющееся приемником или передатчиком информации, например заказчик, персонал, клиент или склад товаров, кассовый аппарат. Внешняя сущность не может участвовать ни в какой обработке данных. Если внешней сущностью является некоторая ИС, это значит, что она является внешней по отношению к исследуемой системе. Иногда некоторые внешние сущности раскрывают в виде процессов и потоков данных и включают в состав анализируемой системы, а иногда наоборот, часть ИС отображают в виде внешней сущности.

Для объединения и разветвления потоков данных используются специальные объекты – групповые узлы или информационные каналы. Заметим, что при объединении и разветвлении потоков никакой обработки данных, кроме слияния и расщепления, происходить не может. В некоторых нотациях узел отсутствует и превращается в точку слияния/разветвления стрелок.

Первым шагом при построении иерархии DFD является построение контекстных диаграмм. Обычно при проектировании относительно простых ИС строится единственная контекстная диаграмма со звездообразной топологией, в центре которой находится так называемый главный процесс, соединенный с приемниками и источниками информации, посредством которых с системой взаимодействуют пользователи.

ли и другие внешние системы. Основной процесс должен отражать главную цель или природу системы настолько это возможно.

Если же для сложной системы ограничиться единственной контекстной диаграммой, то она будет содержать слишком большое количество источников и приемников информации, которые трудно расположить на листе бумаги нормального формата, и, кроме того, единственный главный процесс не раскрывает структуры распределенной системы. Признаками сложности (в смысле контекста) могут быть:

- наличие большого количества внешних сущностей (десять и более);
- распределенная природа системы;
- многофункциональность системы с уже сложившейся или выявленной группировкой функций в отдельные подсистемы.

Для сложных ИС строится иерархия контекстных диаграмм. При этом контекстная диаграмма верхнего уровня содержит не единственный главный процесс, а набор подсистем, соединенных потоками данных. Контекстные диаграммы следующего уровня детализируют контекст и структуру отдельных подсистем.

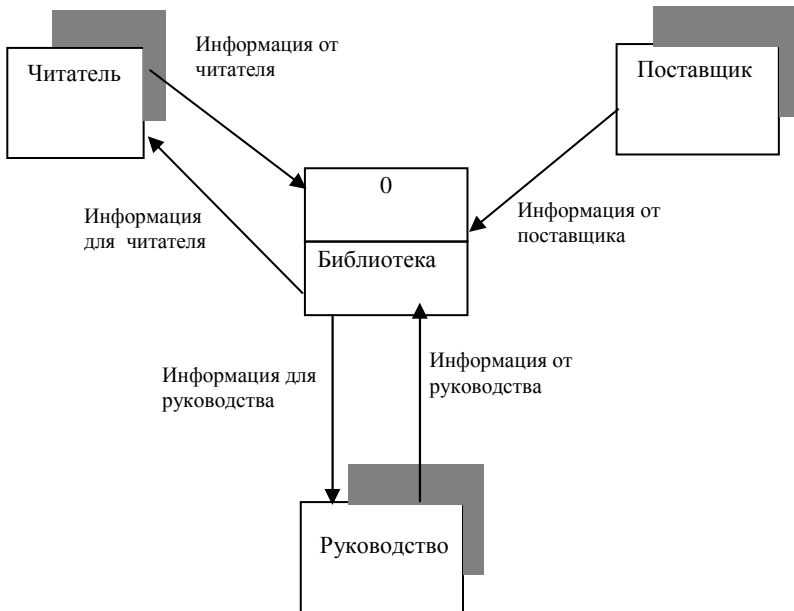
Иерархия контекстных диаграмм определяет взаимодействие основных функциональных подсистем проектируемой ИС как между собой, так и с внешними входными и выходными потоками данных и внешними объектами (источниками и приемниками информации), с которыми взаимодействует ИС.

Разработка контекстных диаграмм решает проблему строгого определения функциональной структуры ИС на самой ранней стадии ее проектирования, что особенно важно для сложных многофункциональных систем, в разработке которых участвуют разные организации и коллективы разработчиков.

На рисунке 2.5 показан пример контекстной диаграммы, моделирующей работу библиотеки, где библиотека представлена как один процесс, связанный с читателями, поставщиками и руководством.

На рисунке 2.6 показана детализация контекстной диаграммы, на которой выделено четыре подсистемы. Заметим, что на этой диаграмме внешняя сущность «Руководство» показана дважды для того, чтобы избежать лишних пересечений потоков данных. Некоторые нотации разрешают также изображать на детализирующих диаграммах объекты, имеющиеся на диаграмме верхнего уровня.

После построения контекстных диаграмм полученную модель следует проверить на полноту исходных данных об объектах системы и изолированность объектов (отсутствие информационных связей с другими объектами).



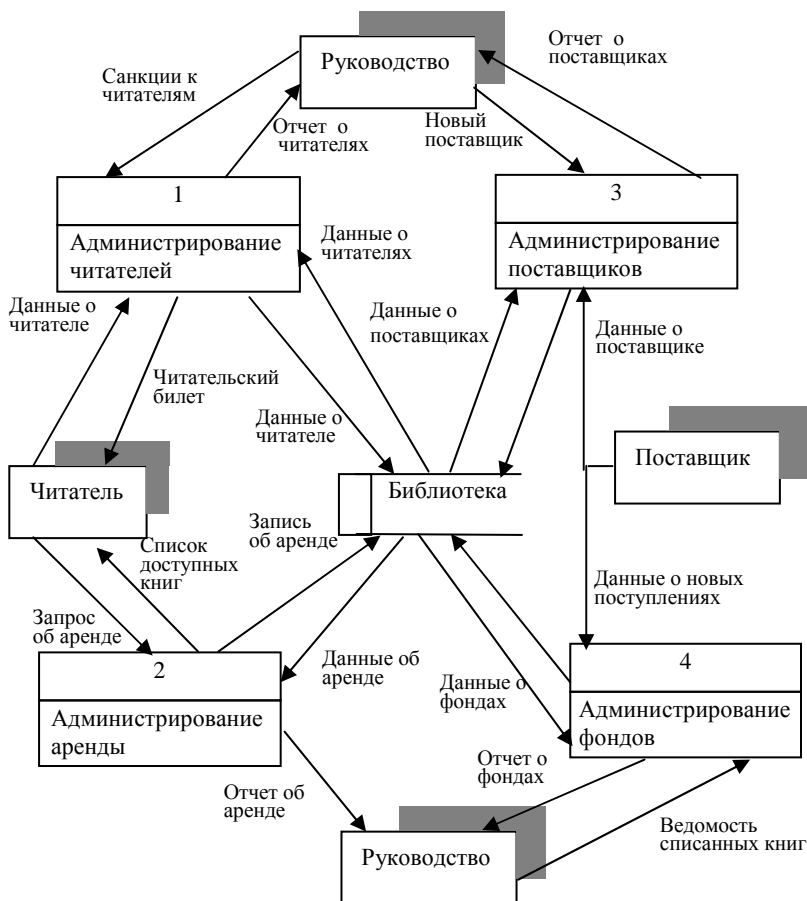
**Рис. 2.5. Контекстная диаграмма потоков данных**

Для каждой подсистемы, присутствующей на контекстных диаграммах, выполняется ее детализация при помощи DFD первого уровня. Диаграммы первого уровня могут быть декомпозированы на диаграммы второго уровня, которые, в свою очередь, могут декомпозироваться на диаграммы третьего уровня, и т.д. Декомпозицию производятся до тех пор, пока процессы возможно будет описать с помощью коротких (до одной страницы) миниспецификаций обработки.

Миниспецификация (описание логики процесса) должна формулировать его основные функции таким образом, чтобы в дальнейшем специалист, выполняющий реализацию проекта, смог выполнить их или разработать соответствующую программу.

На диаграммах детализации стрелки, входящие в детализируемый блок или выходящие из него, являются граничными, т.е. они начинаются у границы диаграммы и заканчиваются у процесса, или наоборот. При детализации должно выполняться правило балансировки, т.е. детализирующая диаграмма в качестве граничных стрелок может иметь только те стрелки, которые имеются у детализируемой подсистемы или процесса.

Для нумерации процессов пользуются иерархической нумерацией, т.е. процесс 2 можно декомпозировать на процессы 2.1, 2.2, 2.3 и даже 2.1.1, 2.1.2, 2.2.1 и т.д.



**Рис. 2.6. Пример детализирующей диаграммы потоков данных**

При построении иерархии DFD переходить к детализации процессов следует только после определения содержания всех потоков и накопителей данных, которое описывается при помощи структур данных. Структуры данных конструируются из элементов данных и могут содержать альтернативы, условные вхождения и итерации. Условное вхождение означает, что данный компонент может отсутствовать в структуре. Альтернатива означает, что в структуру может входить один из перечисленных элементов. Итерация означает вхождение любого числа элементов в указанном диапазоне. Для каждого элемента данных может указываться его тип (непрерывные или дискретные данные). Для непрерывных данных может указываться единица изме-

рения (кг, см и т.п.), диапазон значений, точность представления и форма физического кодирования. Для дискретных данных может указываться таблица допустимых значений.

После построения законченной модели системы ее необходимо верифицировать (проверить на полноту и согласованность). В полной модели все ее объекты (подсистемы, процессы, потоки данных) должны быть подробно описаны и детализированы. Выявленные недетализированные объекты следует детализировать, вернувшись на предыдущие шаги разработки. В согласованной модели для всех потоков данных и накопителей данных должно выполняться правило сохранения информации: все поступающие куда-либо данные должны быть считаны, а все считываемые данные должны быть записаны.

### 2.4.2. CASE-средство ERwin7

ERwin – обобщенное название линейки средств разработки баз данных. В настоящее время наиболее популярна версия AllFusion ERwin Data Modeler 7 (Erwin7). Для визуального проектирования систем обработки транзакций, витрин и хранилищ данных в единой интегрированной среде ERwin7 поддерживает три популярные нотации моделирования данных: Integration DEFinition for Information Modeling (IDEF1X), Information Engineering (IE), Dimensional Modeling (DM). По разработанной модели данных может быть автоматически сгенерирована структура базы данных в заданной реляционной СУБД.

Рассмотрим пример построения небольшой модели данных в нотации IDEF1X. Пусть необходимо вести учет служащих и хранить информацию должностях служащих, о заработной плате, и о наличии детей.

Сначала создадим логическую модель данных, для чего в меню Model выберем пункт Logical Model. С помощью инструмента «Entity» создадим четыре сущности и назовем их «Служащий», «Дети», «Должность», «Зарплата».

Выбрав каждую сущность с помощью контекстного меню «Entity Properties» на вкладке Entities/Definition, зададим для нее подробное описание на русском языке. Это описание можно будет поместить в отчет по модели или отобразить на диаграмме.

Укажем связи между сущностями. Свяжем сущность «Служащий» идентифицирующей связью с сущностью «Дети», для чего выберем инструмент «Identifying relationship» и укажем мышкой вначале на родительскую сущность «Служащий», а затем на дочернюю «Дети». Затем можно выбрать на диаграмме эту связь и в окне «Relationships» задать ее свойства, в поле «Verb Phrase/Parent-to-Child» укажем фразу характеризующую связь между сущностями «Воспитывает». Анало-



гично зададим связи между сущностями «Служащий» и «Должность» и между «Должность» и «Зарплата», характеризуя их как «Работает в» и «Получает». Результат представлен на рис. 2.7.

Теперь двойным щелчком по полю сущности перейдем в режим задания атрибутов. Для сущности «Сотрудник» зададим ключевой атрибут «Табельный номер» и неключевые атрибуты «Имя», «Дата рождения», «Адрес». Заметим, что в дочерней сущности «Дети» ключевой атрибут «Табельный номер» не нужно заносить вручную, ERwin7 обеспечивает его миграцию из родительской сущности «Сотрудник» и помечает буквами «FK», что значит «внешний ключ» (Foreign Key). То же происходит с другими дочерними сущностями.

Для атрибутов «Имя» и «Дата рождения» сущности «Служащий» укажем, что они являются альтернативным ключом, для этого на вкладке «Key Groups» создадим новую группу и поместим в нее атрибуты «Имя» и «Дата рождения». Эти атрибуты на рис. 2.8 помечены буквами «AK» (Alternative Key) и числами обозначающими номер альтернативного ключа и номер атрибута в составе ключа.

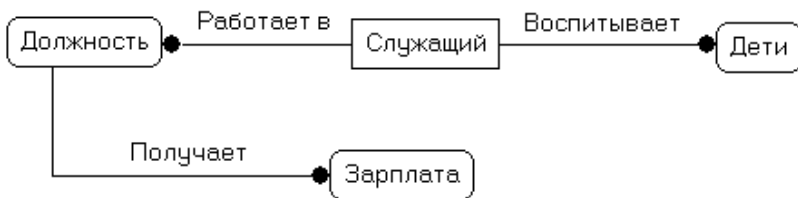


Рис. 2.7. Диаграмма уровня сущности

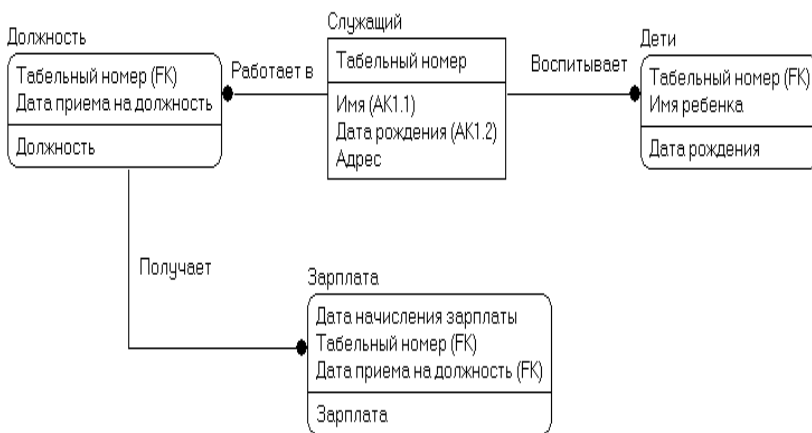


Рис. 2.8. Диаграмма уровня атрибутов

Сущность на физическом уровне представляет собой таблицу базы данных, атрибуты сущности соответствуют столбцам таблицы, а связи между сущностями реализуются с помощью ограничений (constraint). В логической модели для имен сущностей, атрибутов и связей можно использовать русский язык, но большинство СУБД поддерживают только латинский алфавит, и поэтому в ERwin7 при переходе к физическому уровню модели можно указать имена таблиц, колонок и ограничений удовлетворяющие правилам целевой СУБД. Переход от логической модели к физической и наоборот осуществляется с помощью команды «Model /Logical Model» или «Model / Physical Model».

Для изменения имен колонок можно воспользоваться контекстным меню «Columns», или задать имена колонок при создании атрибутов на логическом уровне модели в поле «Column Name». В частности, в сущности «Служащий» атрибуту «Табельный номер» будет соответствовать столбец «ID\_Worker», а атрибуту «Дата рождения» столбец «Date\_of\_birth».

Изменить имя ограничения можно и на логическом и на физическом уровне, используя контекстное меню «Relationship Properties». На логическом уровне имя ограничения указывают в поле «Name», на физическом уровне в поле «Foreign Key Constraint Name». Связь или ограничение передает ключевые атрибуты от родительской сущности к дочерней, при этом можно уточнить назначение передаваемых атрибутов в дочерней сущности с помощью имени роли. Указать имя роли можно в свойствах связи на вкладке «Rolename» в поле «Rolename».

Имя таблицы можно изменить на физическом уровне в редакторе свойств таблицы в поле «Name». В частности, сущности «Служащий» поставим в соответствие таблицу «Worker», сущность «Дети» превратится в таблицу «Child», сущности «Должность» и «Зарплата» превратятся в таблицы «Post» и «Salary». Физическая модель данных показана на рис. 2.9.

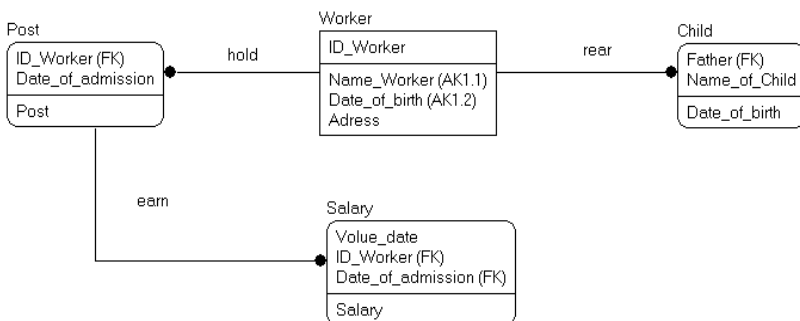
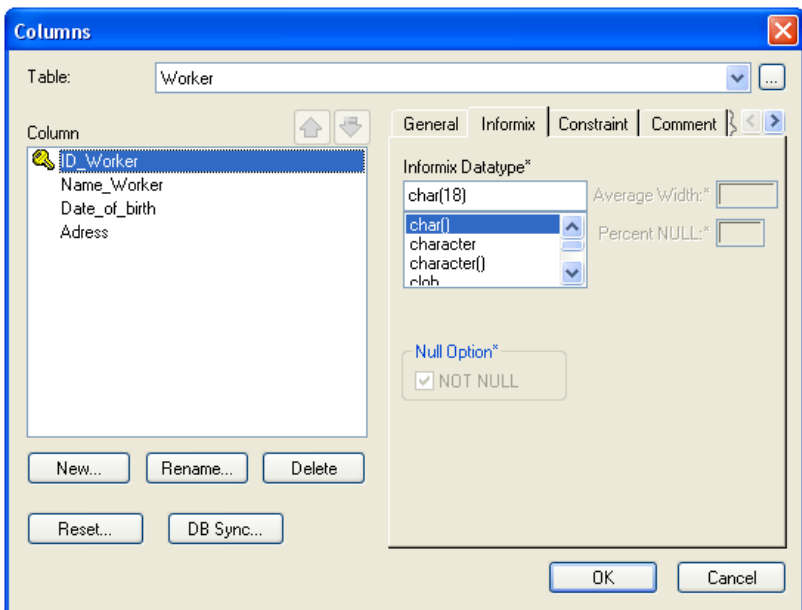


Рис. 2.9. Диаграмма физического уровня



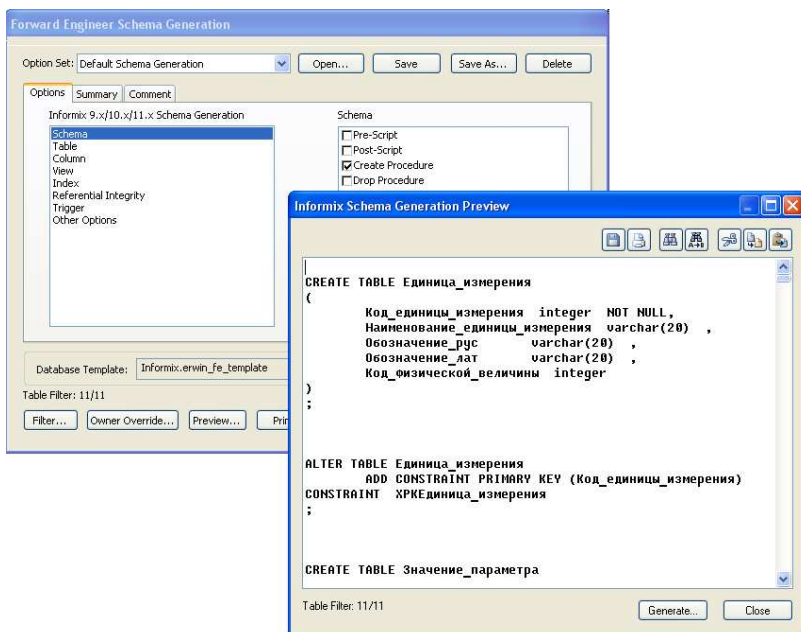
**Рис. 2.10. Определение типов данных**

Теперь можно создавать БД, для чего необходимо выбрать целевую СУБД (если этого не было сделано ранее). С помощью меню «Database / Choose Database» выберем например Informix. Затем в редакторе столбцов в закладке «Informix» уточним типы данных для колонок таблиц, выбирая типы возможные в СУБД Informix. Диалог, в котором происходит выбор типа данных, показан на рис. 2.10.

Генерация базы выполняется с помощью меню «Tools/Forward Engineer/Schema generation», при этом ERwin7 автоматически построит пакет SQL предложений для создания базы данных. Предварительный просмотр и внесение изменений в этот пакет, а также его сохранение или печать, возможны при нажатии кнопки «Preview», а выполнение SQL предложений и создание базы данных начинается при нажатии кнопки «Generate» (рис. 2.11).

Обратное проектирование (Reverse Engineer), т.е. восстановление модели данных по существующей базе данных, используется при перенесении базы данных из одной СУБД в другую, а также при расширении или модификации существующей базы данных, для которой отсутствует необходимая сопроводительная документация.

После завершения процесса восстановления модели ERwin7 автоматически «раскладывает» таблицы на диаграмме. Теперь можно выполнять модификации уже с использованием логической схемы –



**Рис. 2.11. Генерация базы данных**

добавлять сущности, атрибуты, комментарии, связи и т.д. По завершении изменений одна команда – синхронизировать модель с базой данных – актуализирует все проведенные изменения.

Построение модели может быть выполнено как на основании данных каталога базы данных, так и на основании пакета операторов SQL, с помощью которого была создана база данных.

В процессе разработки информационной системы может возникнуть ситуация, когда структура базы данных и информационная модель не соответствуют друг другу, ERwin7 предоставляет возможность привести их в соответствие. Для этого предусмотрена функция синхронизации с базой данных. После подключения к СУБД предлагается список несоответствий между существующей структурой данных и моделью. Например, если в базе данных создана новая таблица, то ERwin7 предложит провести включение ее в модель. Если в модель добавлена новая таблица, ERwin7 предложит создать ее в реальной базе данных. Аналогично, при добавлении колонок в базе данных или в модели ERwin7 предлагается провести соответствующие операции по синхронизации.

ERwin7 «знает» о таких особенностях хранения данных в отдельных СУБД как сегменты (в Sybase) и табличное пространство

(в Oracle). Информация о физическом размещении может быть включена в модель и использована при прямом и обратном проектировании.

ERwin7 поддерживает прямой интерфейс с основными СУБД: DB2, Informix, Ingres, Oracle, Progress, Red Brick, SAS, MySql, SQL Server, Sybase, iSeries, Teradata. ERwin7 поддерживает также настольные (desktop) СУБД как Microsoft Access и FoxPro (рис. 2.12). Генерация базы данных в среде любой СУБД может быть выполнена и средствами ODBC, но при таком подходе ERwin7 не может использовать уникальные возможности конкретной СУБД.

Проектирование на физическом уровне выполняется в терминах той СУБД, которую предполагается использовать в системе. Важно, что ERwin «известны» соответствия между возможностями СУБД различных производителей, вследствие чего возможна конвертация физической схемы, спроектированной для одной СУБД, в другую. Например, если при описании ссылочной целостности указана опция «on delete cascade», а СУБД не поддерживает такой режим, ERwin7 сгенерирует соответствующий триггер.

Для создания физической структуры БД может быть запрошена генерация DDL-скрипта (data definition language). При этом используется диалект SQL для выбранного типа и версии сервера. Хотя сгенерированный код не нуждается в модификации, имеется возможность его сохранить в файл или распечатать.

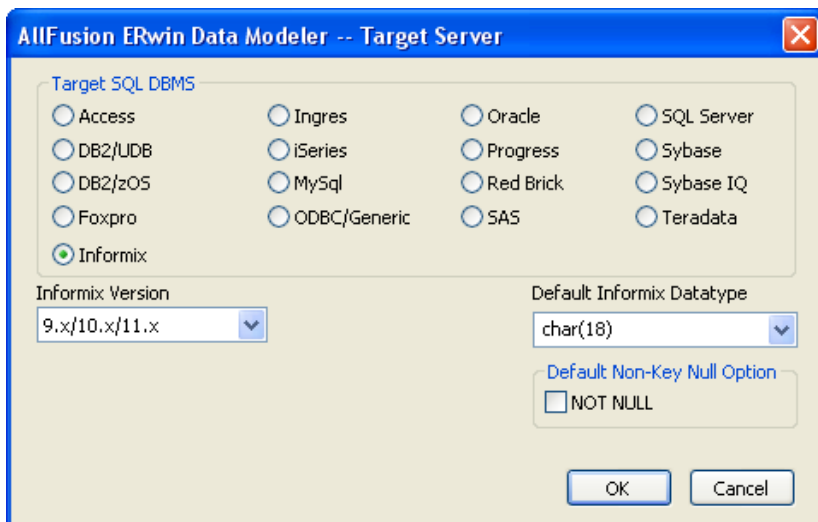


Рис. 2.12. Выбор СУБД для создания модели

ERwin7 реализует собственный макроязык для подготовки прототипов триггеров и процедур. Схема использования прототипов заключается в подготовке шаблона для различных типов триггеров (например, триггер, реализующий логику каскадного удаления – «on delete cascade»). Базовые шаблоны встроены в ERwin7, но пользователь может определить свои собственные шаблоны и использовать их вместо стандартных.

Все макрофункции, которые могут использоваться в триггерах, могут использоваться также и в процедурах. Существенно, что процедуры, как и триггеры, связываются с таблицей.

Такой подход позволяет полностью исключить хаотичное внесение изменений в базу данных, так как модель в ERwin7 описывает все аспекты базы, в том числе обеспечиваемые триггерами.

В ERwin7 поддерживаются два типа правил (проверок допустимости значений Validation Constraint) и начальных (по умолчанию Default) значений. Правило и умолчание может быть указано для проверки со стороны клиента (например, в PowerBuilder) и со стороны сервера.

При задании правила или умолчания для клиентской части эти атрибуты переносятся в репозиторий средства 4GL.

Часто используемые комбинации свойств можно поименовать. Такая комбинация свойств, называемая доменом, может наследоваться. Например, можно определить домен «Дата» для отображения всех колонок с датами в приложении в одном стиле, домен «Дата рождения ребенка» наследует все атрибуты от домена «Дата» и вносит дополнительный атрибут – цвет отображения.

Назначение доменов для сервера аналогично назначению доменов для клиента. Различие заключается в том, что правила и начальные значения для сервера определяются в генерации схемы базы данных, а аналогичные атрибуты для клиента – сохраняются в репозитории средства 4GL.

Другое назначение доменов для сервера – определение пользовательских типов данных. Пользовательскому типу данных ставится в соответствие тип, «известный» СУБД. При выполнении синхронизации с базой данных для СУБД, поддерживающих пользовательские типы, выполняется соответствующие команды. Например, для Sybase выполняется команда:

```
sp_addtype person_name, «char(64)», «NOT NULL».
```

По завершении работы над информационной моделью, как правило, распечатываются логический и физический уровни диаграммы, а также отчет по соответствиям сущность–таблица, атрибут–имя колонки, сущность–атрибуты. Диаграмма физической модели является необходимым, почти достаточным и очень удобным материалом для разработчиков программ. Дополнительная информация для группы разра-

ботчиков прикладных программ содержится в отчете «имена таблиц и колонок», который может быть построен с помощью Erwin7.

Сгенерированный отчет может быть сохранен на диск (колонки разделяются запятыми, выравниваются или разделяются табуляцией), или передан в текстовый процессор (или электронную таблицу) через интерфейс DDE.

Диаграммы информационных моделей современных информационных систем обычно весьма велики, вследствие чего работать со всей диаграммой достаточно сложно как на стадии проектирования информационной модели, так и при разработке прикладного программного обеспечения. ERwin7 дает возможность работать не со всей диаграммой, а с логически законченной группой сущностей, называемой предметной областью (Subject Area). Переключение отображения с одной предметной области на другую производится выбором из раскрывающегося списка.

Например, рассмотрим информационную модель для некоторого абстрактного предприятия. В информационной системе задействованы бухгалтерия, склад, кадры. В этом рассмотренные в первом примере сущности (сотрудник, история работы, доход) могут быть выделены в отдельную предметную область «кадры».

Такой подход обладает рядом важных преимуществ. Во-первых, группа разработчиков программного обеспечения снабжается диаграммой той предметной области, с которой она работает. Во-вторых, при разработке информационной модели проектировщик может удалить с экрана уже спроектированные блоки, чтобы они не загромождали диаграмму. В-третьих, использование предметных областей стимулирует структурный подход к разработке информационной модели, т.е. выделение логических блоков с последующей их детальной разработкой.

Уровень детализации диаграммы информационной модели может изменяться проектировщиком. Например, могут отображаться только имена сущностей (таблиц), может быть включено/выключено отображение мощности связи, может быть включено/выключено отображение альтернативных ключей, может отображаться физическая или концептуальная модель. Для удобства проектировщика предусмотрена возможность присвоить имя группе параметров отображения. Определенные пользователем имена показываются на экране в виде закладок, что обеспечивает переключение с одного режима отображения на другой одним щелчком мыши.

Проектировщик информационной модели имеет возможности использовать цветное и шрифтовое выделение для различных компонентов диаграммы. Выделение может быть выполнено как для всей модели (например, все внешние ключи отображать синим цветом), так

и для отдельного компонента (одна таблица, все атрибуты таблицы, один атрибут таблицы, одна связь и т.д.). Использование цветового и шрифтового выделения на диаграмме информационной модели делает ее более наглядной и позволяет проектировщику обратить внимание читателей диаграммы на ее отдельные элементы.

Рассмотрим пример проектирования логической модели данных для задачи учета показаний технологических параметров в системе операторского контроля за технологическими процессами, представленный на рис 2.13.

Перечень параметров, подлежащих контролю, хранится в сущности «Параметр». Каждый параметр идентифицируется кодом технологического оборудования «Код оборудования» и кодом строки «Код строки», характеризующим порядковый номер параметра, относящегося к одной единице оборудования. Описательные атрибуты сущности «Параметр» содержат характеристики параметров. В частности, атрибут «Обозначение по схеме» содержит обозначение параметра на мнемосхеме, атрибуты «Верх диапазона» и «Низ диапазона» указывают границы допустимых значений технологического параметра.

Сущность «Схема» является справочником, содержащим коды и наименования технологических схем; похожими справочниками являются сущности «Физическая величина» и «Единица измерения».

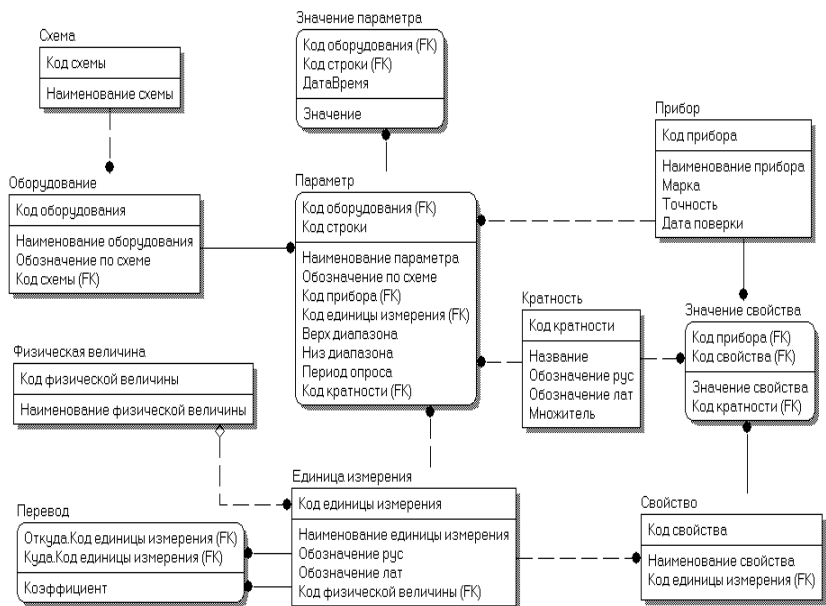


Рис. 2.13. Модель данных задачи операторского контроля



Последняя, кроме наименования единицы измерения, содержит также русское «Обозначение рус» и международное «Обозначение лат» обозначение единиц измерения, а также физическую величину, для которой используется эта единица измерения. Вспомогательная сущность «Кратность» содержит коды и обозначения кратных и дольных множителей, используемых при указании единиц измерения (кило, мега, мили, нано и т.п.). Сущность «Оборудование» также является справочником, она содержит перечень технологического оборудования с его обозначением по технологической схеме.

Хранение значений технологических параметров осуществляется в сущности «Значение параметра», ключевые атрибуты «Код оборудования» и «Код строки» идентифицируют измеряемый параметр, а ключевой атрибут «Дата-Время» указывает время измерения. Значение измеряемого параметра хранится в единицах измерения, указанных в сущности «Параметр», с учетом масштабного множителя указанного в атрибуте «Код кратности».

Некоторые физические величины могут быть измерены различным единицами измерения. Например, для измерения давления используются Паскаль, бар, атмосфера, объем измеряется в литрах, галлонах, баррелях, мощность в Ватах, лошадиных силах, и даже в фунтофутах в секунду. Для обеспечения возможности перевода одних единиц измерения в другие служит сущность «Перевод», которая хранит значения переводных коэффициентов. Эта сущность дважды связана с сущностью «Единица измерения» идентифицирующей связью, поэтому атрибут «Код единицы измерения» присутствует в сущности «Перевод» дважды. Для уточнения назначений этих двух атрибутов использованы имена ролей «Откуда» и «Куда», указывающих из каких единиц измерения и в какие выполняется преобразование.

Сущность «Прибор» содержит характеристики первичных приборов, использующихся для измерения значений технологических параметров. Заметим, что если прибор многоточечный и измеряет несколько технологических параметров, то для этих параметров каждый экземпляр сущности «Параметр» будет содержать одинаковое значение атрибута «Код прибора».

Сущность «Свойства» содержит перечень всех возможных свойств приборов: размер, вес, показатели надежности и т.д. Поскольку каждый прибор имеет свой перечень свойств, то для хранения значений этих свойств используется ассоциативная сущность «Значение свойств», причем, как и в сущности «Параметры», имеется атрибут «Код кратности» позволяющий использовать масштабные множители.

## Контрольные вопросы

1. Что такое ЖЦ ПО, и из каких групп процессов он состоит?
2. Какая модель ЖЦ ПО получила наибольшее распространение?
3. В чем суть спиральной модели ЖЦ ПО?
4. Назовите основные принципы структурного проектирования ИС.
5. Какие группы средств и для каких целей используются при структурном проектировании КИС?
  6. Назовите основные компоненты диаграммы потоков данных.
  7. По каким критериям производится верификация разработанной диаграммы потоков данных?
  8. Что такое миграция ключей и как она выполняется?
  9. Для чего используется имя роли, и когда его следует применять?

## **3. КОРПОРАТИВНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ**

---

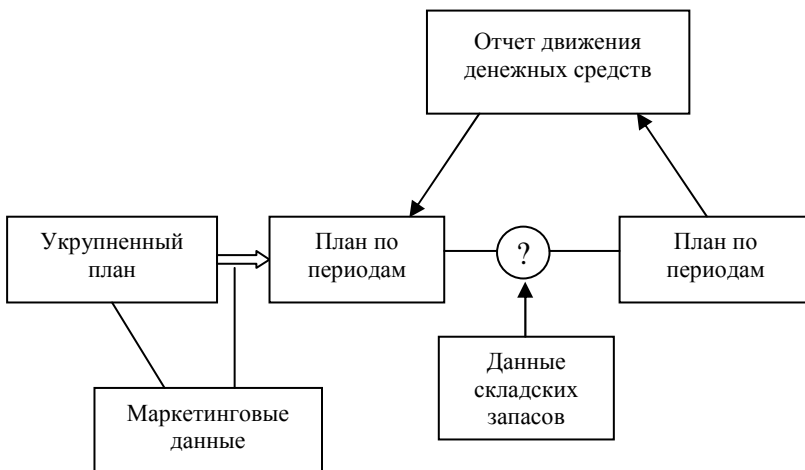
---

### **3.1. ОПИСАНИЕ БАЗОВЫХ ПРИНЦИПОВ MRP**

В начале 1960-х гг., в связи с ростом популярности вычислительных систем, возникла идея использовать их возможности для планирования деятельности предприятия, в том числе для планирования производственных процессов. Необходимость планирования обусловлена тем, что основная масса задержек в процессе производства связана с запаздыванием поступления отдельных комплектующих, в результате чего, как правило, параллельно с уменьшением эффективности производства на складах возникает избыток материалов, поступивших в срок или ранее намеченного срока. Кроме того, вследствие нарушения баланса поставок комплектующих возникают дополнительные осложнения с учетом и отслеживанием их состояния в процессе производства, т.е. фактически невозможно было определить, например, к какой партии принадлежит данный составляющий элемент в уже собранном готовом продукте. С целью предотвращения подобных проблем была разработана методология планирования потребности в материалах MRP (Material Requirements Planning). Реализация КИС, работающей по этой методологии, представляет собой компьютерную программу, позволяющую оптимально регулировать поставки комплектующих в производственный процесс, контролируя запасы на складе и саму технологию производства. Главной задачей MRP является обеспечение гарантии наличия необходимого количества требуемых материалов-комплектующих в любой момент времени в рамках срока планирования наряду с возможным уменьшением постоянных запасов, а следовательно – разгрузкой склада.

Первым стандартом управления бизнесом был MPS (Master Planning Scheduling), или объемно-календарное планирование (рис. 3.1). Идея была проста – формируется план продаж («объем», с разбивкой по календарным периодам, отсюда – объемно-календарное), по нему формируется план пополнения запасов (за счет производства или закупки) и оцениваются финансовые результаты по периодам (в качестве которых используются периоды планирования или финансовые периоды).

Пока производство было мелким и простым, все было относительно неплохо. Но потом стали возникать проблемы. Первые проблемы начались с логистики. Действительно кажется просто сформировать заказ, но не всегда удается полностью избежать проблем с доставкой и ассортиментом, потом скидки при увеличении объема, замена



**Рис. 3.1. MPS-система**

моделей и т.д. и т.п. Одной из наиболее сложных проблем, возникших при формировании заказа, была проблема прогнозирования необходимого объема и срока поставки. Действительно, например, чай из Индии не доставляется мгновенно, да и собирают определенные сорта в определенное время и т.д. Следовательно, нужно прогнозировать спрос на длительное время вперед, учитывать длительность (а часто и сезон) производства и потребности в складских площадях.

### **3.1.1. MRP-система**

Прежде чем описывать саму структуру MRP, введем краткий глоссарий основных ее понятий.

*Материалами* будем называть все сырье и отдельные комплектующие, составляющие конечный продукт. В дальнейшем не будем делать различий между понятиями материал и комплектующий.

*MRP-система* – компьютерная программа, работающая по алгоритму, регламентированному MRP методологией. Как и любая компьютерная программа, она обрабатывает файлы данных (входные элементы) и формирует на их основе файлы – результаты.

*Статус материала* является основным указателем на текущее состояние материала. Каждый отдельный материал в каждый момент времени имеет статус в рамках MRP-системы, который определяет, имеется ли данный материал в наличии на складе, зарезервирован ли он для других целей, присутствует ли в текущих заказах, или заказ на него только планируется. Таким образом, статус материала однозначно описывает степень готовности каждого материала быть пущенным в производственный процесс.

*Страховой запас* материала необходим для поддержания процесса производства в случае возникновения непредвиденных и неустрашимых задержек в его поставках. По сути, в идеальном случае, если механизм поставок полагать безупречным, MRP-методология не постулирует обязательное наличие страхового запаса, и его объемы устанавливаются различными для каждого конкретного случая, в зависимости от сложившейся ситуации с поступлением материалов. Подробнее об этом будет рассказано ниже.

*Потребность в материале* в MRP-программе представляет собой определенную количественную единицу, отображающую возникшую в некоторый момент времени в течение периода планирования необходимость в заказе данного материала. Различают понятия полной потребности в материале, которая отображает то количество, которое требуется пустить в производство, и чистой потребности, при вычислении которой учитывается наличие всех страховых и зарезервированных запасов данного материала. Заказ в КИС автоматически создается по возникновению отличной от нуля чистой потребности.

*Процесс планирования* включает в себя функции автоматического создания проектов заказов на закупку и/или внутреннее производство необходимых материалов. Другими словами, система MRP оптимизирует время поставки комплектующих, тем самым уменьшая затраты на производство и повышая его эффективность. Основными преимуществами использования подобной системы в производстве являются:

- гарантия наличия требуемых комплектующих и уменьшение временных задержек в их доставке, и, следовательно, увеличение выпуска готовых изделий без увеличения числа рабочих мест и нагрузок на производственное оборудование;
- уменьшение производственного брака в процессе сборки готовой продукции, возникающего из-за использования неправильных комплектующих;
- упорядочивание производства ввиду контроля статуса каждого материала, позволяющего однозначно отслеживать весь его конвейерный путь, начиная от создания заказа на данный материал, до его положения в уже собранном готовом изделии. Также благодаря этому достигается полная достоверность и эффективность производственного учета.

Все эти преимущества фактически вытекают из самой философии MRP, базирующейся на том принципе, что все материалы-комплектующие, составные части и блоки готового изделия должны поступать в производство одновременно, в запланированное время, чтобы обеспечить создание конечного продукта без дополнительных задержек. MRP-система ускоряет доставку тех материалов, которые в данный момент нужны в первую очередь и задерживает преждевременные

поступления таким образом, что все комплектующие, представляющие собой полный список составляющих конечного продукта поступают в производство одновременно. Это необходимо во избежание той ситуации, когда задерживается поставка одного из материалов, и производство вынуждено приостановиться даже при наличии всех остальных комплектующих конечного продукта. Основная цель MRP-системы формировать, контролировать и при необходимости изменять даты необходимого поступления заказов таким образом, чтобы все материалы, необходимые для производства, поступали одновременно.

На практике MRP-система представляет собой компьютерную программу, которая логически представлена на рис. 3.2 и на котором отображены основные информационные элементы MRP-системы.

Опишем основные входные элементы MRP-системы. Описание состояния материалов (Inventory Status File) является основным входным элементом MRP-программы. В нем должна быть отражена максимально полная информация о всех материалах-комплектующих, необходимых для производства конечного продукта. В этом элементе должен быть указан статус каждого материала, определяющий, имеется ли он на руках, на складе, в текущих заказах или его заказ только планируется, а также описания, его запасов, расположения, цены, возможных задержек поставок, реквизитов поставщиков. Информация по всем вышеперечисленным позициям должна быть заложена отдельно по каждому материалу, участвующему в производственном процессе.

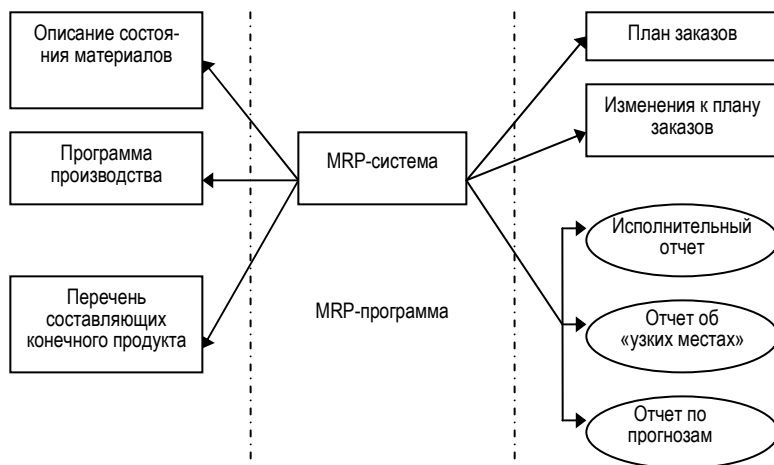


Рис. 3.2. Входные элементы и результаты работы MRP-программы

Программа производства: заинтересованность в получении тех или иных номенклатурных позиций проявляет непосредственно потребитель продукции предприятия, которому эта продукция отгружается. Примерами таких номенклатурных позиций могут быть готовые изделия, запасные части, продаваемые на сторону полуфабрикаты и комплектующие и т.п. Потребность может быть представлена или прогнозом продаж, или уже имеющимися в наличии заказами покупателей, или и тем и другим одновременно. Информация о прогнозах продаж и заказах на продажу является основанием для формирования главного календарного плана производства (MPS – Master Production Schedule), охватывающего все включаемые в план производства номенклатурные позиции. MPS формируется как в объемном, так и в календарном исполнении.

Сначала создается пробная программа производства, впоследствии тестируемая на выполнимость дополнительно прогоном через CRP-систему, которая определяет, достаточно ли производственных мощностей для ее осуществления. Если производственная программа признана выполнимой, то она автоматически формируется в основную и становится входным элементом MRP-системы. Это необходимо, потому как рамки требований по производственным ресурсам являются прозрачными для MRP-системы, которая формирует на основе производственной программы график возникновения потребностей в материалах. Однако, в случае недоступности ряда материалов или невозможности выполнить план заказов, необходимый для поддержания реализуемой с точки зрения CPR производственной программы, MRP-система в свою очередь указывает о необходимости внести в нее корректировки.

Перечень составляющих конечного продукта (Bills of Material File) – это список материалов и их количество, требуемое для производства конечного продукта. Таким образом, каждый конечный продукт имеет свой перечень составляющих. Кроме того, здесь содержится описание структуры конечного продукта, т.е. он содержит в себе полную информацию по технологии его сборки. Чрезвычайно важно поддерживать точность всех записей в этом элементе и соответственно корректировать их всякий раз при внесении изменений в структуру и/или технологию производства конечного продукта.

Напомним, что каждый из вышеуказанных входных элементов представляет собой компьютерный файл данных, использующийся MRP-программой. В настоящий момент MRP-системы реализованы на самых разнообразных аппаратных платформах и включены в качестве модулей в большинство финансово-экономических систем. Не будем останавливаться на техническом аспекте вопроса и перейдем к описанию логических шагов работы MRP-программы. Цикл ее работы состоит из следующих основных этапов.

Прежде всего MRP-система, анализируя принятую программу производства, определяет оптимальный график производства на планируемый период.

Далее, материалы, не включенные в производственную программу, но присутствующие в текущих заказах, включаются в планирование как отдельный пункт. На этом шаге, на основе утвержденной программы производства и заказов на комплектующие, не входящие в нее, для каждого отдельно взятого материала вычисляется полная потребность в соответствии с перечнем составляющих конечного продукта.

*Чистая потребность = Полная потребность – Инвентаризовано на руках – Страховой запас – Зарезервировано для других целей.*

Далее, на основе полной потребности, учитывая текущий статус материала, для каждого периода времени и для каждого материала вычисляется чистая потребность по указанной формуле. Если чистая потребность в материале больше нуля, то системой автоматически создается заказ на материал.

И наконец, все заказы, созданные ранее текущего периода планирования, рассматриваются, и в них, при необходимости, вносятся изменения, чтобы предотвратить преждевременные поставки и задержки поставок от поставщиков.

Таким образом, в результате работы MRP-программы производится ряд изменений в имеющихся заказах и, при необходимости, создаются новые для обеспечения оптимальной динамики хода производственного процесса. Эти изменения автоматически модифицируют Описание Состояния Материалов, так как создание, отмена или модификация заказа, соответственно влияет на статус материала, к которому он относится. В результате работы MRP-программы создается план заказов на каждый отдельный материал на весь срок планирования, обеспечение выполнения которого необходимо для поддержки программы производства. Основными результатами MRP-системы являются:

1. План Заказов (Planned Order Schedule) определяет, какое количество каждого материала должно быть заказано в каждый рассматриваемый период времени в течение срока планирования. План заказов является руководством для дальнейшей работы с поставщиками и, в частности, определяет производственную программу для внутреннего производства комплектующих при наличии такового.

2. Изменения к плану заказов (Changes in planned orders) являются модификациями к ранее спланированным заказам. Некоторые заказы могут быть отменены, изменены или задержаны, а также перенесены на другой период.



Также MRP-система формирует некоторые второстепенные результаты в виде отчетов, целью которых является обратить внимание на узкие места в течение планируемого периода, т.е. те промежутки времени, когда требуется дополнительный контроль за текущими заказами, а также для того чтобы вовремя известить о возможных системных ошибках, возникших при работе программы. Итак, MRP-система формирует следующие дополнительные результаты-отчеты:

1. Отчет об узких местах планирования (Exception report) предназначен для того, чтобы заблаговременно проинформировать пользователя о промежутках времени в течение срока планирования, которые требуют особого внимания, и в которые может возникнуть необходимость внешнего управленческого вмешательства. Типичными примерами ситуаций, которые должны быть отражены в этом отчете, могут быть непредвиденно запоздавшие заказы на комплектующие, избытки комплектующих на складах и т.п.

2. Исполнительный отчет (Performance Report) является основным индикатором правильности работы MRP-системы и имеет целью оповещать пользователя о возникших критических ситуациях в процессе планирования, таких как, например, полное израсходование страховых запасов по отдельным комплектующим, а также о всех возникающих системных ошибках в процессе работы MRP-программы.

3. Отчет о прогнозах (Planning Report) представляет собой информацию, используемую для составления прогнозов о возможном будущем изменении объемов и характеристик выпускаемой продукции, полученную в результате анализа текущего хода производственного процесса и отчетах о продажах. Также отчет о прогнозах может использоваться для долгосрочного планирования потребностей в материалах.

Таким образом, использование MRP-системы для планирования производственных потребностей позволяет оптимизировать время поступления каждого материала, тем самым значительно снижая складские издержки и облегчая ведение производственного учета. Однако, среди пользователей MRP-программ существует расхождение в мнениях относительно использования страхового запаса для каждого материала. Сторонники использования страхового запаса утверждают, что он необходим в силу того, что зачастую механизм доставки грузов не является достаточно надежным, и возникшее, в силу различных факторов, полное израсходование запасов на какой-либо материал, автоматически приводящее к остановке производства, обходится гораздо дороже, чем постоянно поддерживаемый его страховой запас. Противники использования страхового запаса утверждают, что его отсутствие является одной из центральных особенностей концепции MRP, поскольку MRP-система должна быть гибкой по отношению к

внешним факторам, вовремя внося изменения к плану заказов, в случае непредвиденных и неустранимых задержек поставок. Но в реальной ситуации, как правило, вторая точка зрения может быть реализована для планирования потребностей для производства изделий, спрос на которые относительно прогнозируем и контролируем, и объем производства может быть установлен в производственной программе постоянным в течение некоторого, относительно длительного периода. Следует заметить, что в российских условиях, когда задержки в процессах поставки являются скорее правилом, чем исключением, на практике целесообразно применять планирование с учетом страхового запаса, объемы которого устанавливаются в каждом отдельном случае.

Данная фаза развития стандарта MRP имела место при преобладающем характере пакетной обработки информации на удаленных вычислительных центрах (кустовых или корпоративных). Интерактивные технологии тогда развития еще не получили, и анализ «а что будет, если?..» практически не проводился. По сути MRP просто фиксировала ситуацию в «развернутом» виде.

### **3.1.2. Планирование производственных мощностей с помощью CRP-системы**

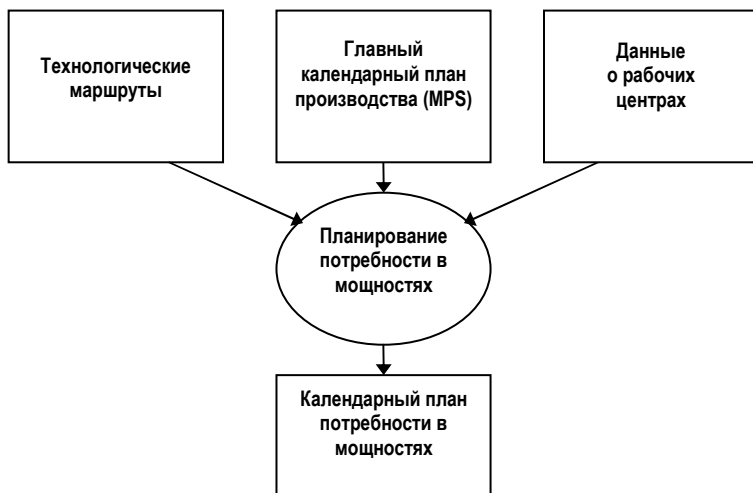
Система планирования производственных мощностей по методологии CRP (Capacity Requirements Planning) применяется для проверки пробной программы производства, созданной в соответствии с прогнозами спроса на продукцию, на возможность ее осуществления имеющимися в наличии производственными мощностями.

Очевидно, что с ростом возможностей в области обработки данных присущие MRP ограничения перестали удовлетворять менеджеров и планировщиков.

Поэтому следующим шагом стала возможность обрабатывать ситуацию с загрузкой производственных мощностей и учитывать ресурсные ограничения производства. Эта технология известна как CRP и представлена на рис. 3.3.

Для работы механизма CRP необходимы три массива исходных данных.

1. *Данные о календарном плане производства*, содержащем сведения о производственных заказах. Они являются исходными и для MRP. Стоит отметить, что запуск CRP возможен только после того, как отработало MRP, потому что исходными данными для CRP являются также результаты работы MRP в виде плановых заказов по номенклатурным позициям зависимого спроса, а не только по номенклатурным позициям независимого спроса.



**Рис. 3.3. Планирование потребности в мощностях**

2. *Данные о рабочих центрах.* Рабочий центр – это определенная производственная мощность, состоящая из одной или нескольких машин (людей и/или оборудования), которая в целях планирования потребности в мощностях (CRP) и подробного календарного планирования может рассматриваться как одна производственная единица. Можно сказать, что рабочий центр – это группа взаимозаменяемого оборудования, расположенная на локальном производственном участке. Для работы CRP необходимо предварительное формирование рабочего календаря рабочих центров с целью вычисления доступной производственной мощности.

3. *Данные о технологических маршрутах* изготовления номенклатурных позиций. Здесь указываются все сведения о порядке осуществления технологических операций и их характеристиках (технологические времена, персонал, другая информация). Этот массив данных вместе с первым массивом (MPS) формирует загрузку рабочих центров.

CRP информирует обо всех расхождениях между планируемой загрузкой и имеющимися мощностями, позволяя предпринять необходимые регулирующие воздействия. При этом каждому изготавливаемому изделию назначается соответствующий технологический маршрут с описанием ресурсов, требуемых на каждой его операции, на каждом рабочем центре.

Если все доступные возможности увеличения производительности не достаточны, чтобы удовлетворить требования MRP, то может

возникнуть потребность заново перепланировать MPS. В простейших бизнес-моделях MRP-систем производительность рабочих центров обычно считается неограниченной и такие проблемы не возникают, однако, поскольку реальная производительность всегда ограничена, то современные MRP системы предоставляют возможность производить планирование в условиях ограниченных ресурсов.

На рисунке 3.4 приведен пример «адаптации» загрузочного профиля к реальным производственным мощностям.

Так как очевидна перегрузка во 2 – 4 периодах, то необходимо принять меры к ее ликвидации. Стандартно применяются следующие варианты:

- 1) распределение нагрузки на другие периоды, когда загрузка не достигает нормального уровня;
- 2) увеличить доступную мощность – например, объявить сверхурочные работы;
- 3) передать работы на субконтракт.

На рисунке 3.5 представлены стандартные рецепты, позволяющие добиться равномерной загрузки производственных мощностей в пределах норм загрузки.

Итак в MRP-системе, функция CRP вычисляет производственные мощности, требуемые, чтобы произвести запланированный производственный заказ, сгенерированный MPS, MRP.

MPS и MRP используются, чтобы формировать плановый производственный заказ прежде, чем процесс CRP вычисляет требуемую производительность. Запланированный производственный заказ, сге-

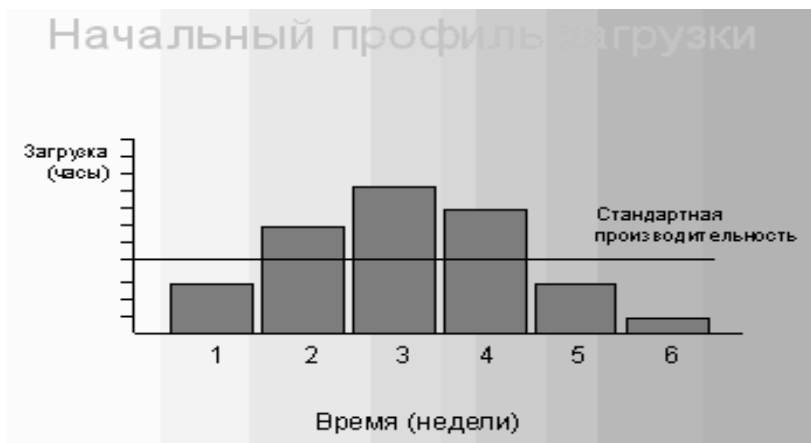


Рис. 3.4. Начальный профиль загрузки

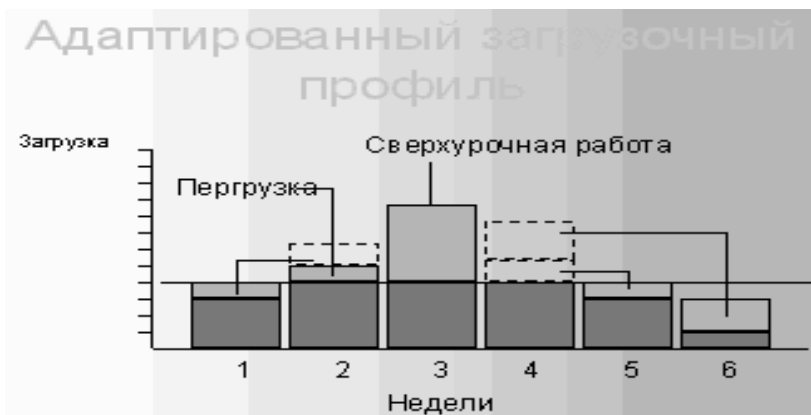


Рис. 3.5. Адаптированный загрузочный профиль

нерированный этими функциями обеспечивает основные исходные данные для процесса CRP. Если компоненты назначены к системе заказа, то запланированный производственный заказ для пополнения складских запасов (полуфабрикатов собственного производства) должен также быть сгенерирован прежде, чем запустить CRP. Планирование производительности должно быть выполнено до того, как плановый производственный заказ, сгенерированный MPS, MRP и SIC, может быть передан управлению цехом.

Другая важная функция CRP состоит в том, чтобы проанализировать финансовые последствия запланированного производства. В дополнение к вычислению требуемой производительности, процесс CRP также выполняет финансовый анализ отложенного приобретения и производственного заказа. Финансовый анализ в CRP использует информацию о закупках, сбыте, складских запасах, MPS, планировании потребности.

Финансовая информация, анализируемая процессом CRP включает доступные складские запасы, открытые заказы на закупку, открытые заказы на продажу, открытые производственные заказы и запланированные (плановые) заказы. Финансовый анализ включает все запланированные движения (перемещения) складских запасов сбыта, MPS, планирования потребности и плановые потребности, сгенерированные системой управления проектом.

Следует отметить, что CRP не занимается оптимизацией загрузки, осуществляя лишь расчетные функции по заранее определенной производственной программе согласно описанной нормативной информации.

В этом смысле и MRP, и CRP – плановые механизмы, позволяющие получать корректный и реальный план-график производства на

основе использования опыта и знаний лиц, принимающих решения. Иногда технологию MRP называют еще MRP I. Можно отметить, что налаженная технология MRP/CRP при наличии достаточных вычислительных мощностей позволяет, по сути, осуществлять моделирование ситуации.

В процессе работы CRP-системы разрабатывается план распределения производственных мощностей для обработки каждого конкретного цикла производства в течение планируемого периода. Также устанавливается технологический план последовательности производственных процедур, и в соответствии с пробной программой производства определяется степень загрузки каждой производственной единицы на срок планирования. Если после цикла работы CRP-модуля программа производства признается реально осуществимой, то она автоматически подтверждается и становится основной для MRP-системы. В противном случае в нее вносятся изменения, и она подвергается повторному тестированию с помощью CRP-модуля. В дальнейшем эволюционном развитии систем планирования производства они стали представлять собой интеграцию многих отдельных модулей, которые, взаимодействуя, увеличивали гибкость системы в целом.

### **3.1.3. Замкнутый цикл MRP (Closed loop MRP)**

Следующим после MRP/CRP шагом по пути развития стандарта MRP стало создание технологии «Замкнутый цикл MRP» (closed loop MRP), предложенной в конце 1970-х гг. О. Уайтом, Д. Плосслом и др.

Термин «замкнутый цикл» отражает основную особенность модифицированной системы, заключающуюся в создании замкнутого цикла путем налаживания обратных связей, улучшающих отслеживание текущего состояния производственной системы. Дополнительная реализация мониторинга выполнения плана снабжения и производственных операций позволила снять те ограничения степени достоверности результата планирования, ранее присущие MRP, которые существовали из-за невозможности отследить состояние открытых заказов.

С добавлением указанных функций к MRP/CRP был сформирован стандарт «Замкнутый цикл MRP». Отличие MRP/CRP от Closed-loop MRP хорошо поясняется схемой на рис. 3.6.

Из рисунка 3.6 видим, что в случае с технологией «Замкнутый цикл MRP» в процесс вовлечены только операции, связанные со снабжением и производством, а процессы сбыта (продаж) и финансового учета технологией не задействованы.

Следует отметить, что бизнес-планирование и планирование продаж и операций (Sales & Operations Planning) в контур MRP/CRP не входят, а приведены лишь для иллюстрации связи MRP/CRP с вышестоящими уровнями планирования.

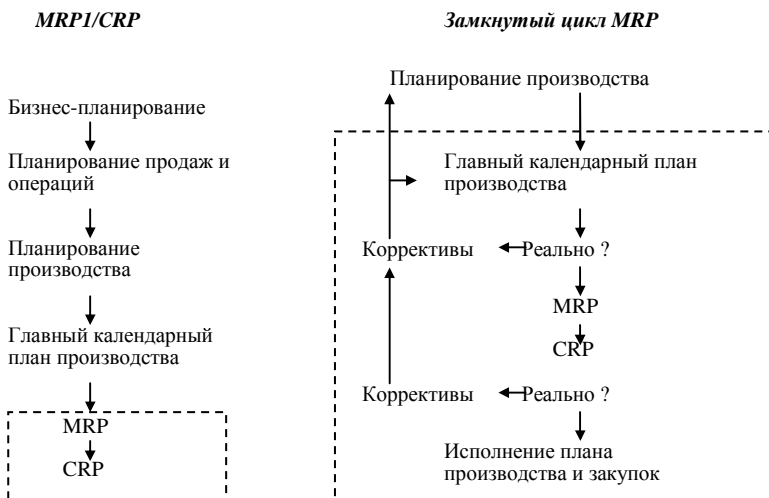


Рис. 3.6. Сравнение MRP/CRP и «Замкнутый цикл MRP»

### 3.1.4. MRP II-система

В дальнейшем усовершенствование системы привело к трансформации системы MRP с замкнутым циклом в расширенную модификацию, которую впоследствии назвали MRP II (Manufactory Resource Planning), ввиду идентичности аббревиатур. Эта система была создана для эффективного планирования всех ресурсов производственного предприятия, в том числе финансовых и кадровых. Кроме того, система класса MRP II способна адаптироваться к изменениям внешней ситуации и эмулировать ответ на вопрос «Что если?» MRP II представляет собой интеграцию большого количества отдельных модулей, таких как планирование бизнес-процессов, планирование потребностей в материалах, планирование производственных мощностей, планирование финансов, управление инвестициями и т.д. Результаты работы каждого из модуля анализируются всей системой в целом, что собственно и обеспечивает ее гибкость по отношению к внешним факторам. Именно это свойство является краеугольным камнем современных систем планирования, поскольку большое количество производителей производят продукцию с заведомо коротким жизненным циклом, требующую регулярных доработок. В таком случае появляется необходимость в КИС, которая позволяет оптимизировать объемы и характеристики выпускаемой продукции, анализируя текущий спрос и положение на рынке в целом.

MRP II – это набор проверенных на практике разумных принципов, моделей и процедур управления и контроля, служащих повыше-

нию показателей экономической деятельности предприятия. Идея MRP II опирается на несколько простых принципов, например, разделение спроса на зависимый и независимый. MRP II Standart System содержит описание 16 групп функций системы:

1. Планирование продаж и производства (Sales and Operation Planning).
2. Управление спросом (Demand Management).
3. Составление плана производства (Master Production Scheduling).
4. Планирование материальных потребностей (Material Requirement Planning).
5. Спецификации продуктов (Bill of Materials).
6. Управление складом (Inventory Transaction Subsystem).
7. Плановые поставки (Scheduled Receipts Subsystem).
8. Управление на уровне производственного цеха (Shop Flow Control).
9. Планирование производственных мощностей (Capacity Requirement Planning).
10. Контроль входа/выхода (Input/output control).
11. Материально-техническое снабжение (Purchasing).
12. Планирование ресурсов распределения (Distribution Resource Planning).
13. Планирование и контроль производственных операций (Tooling Planning and Control).
14. Управление финансами (Financial Planning).
15. Моделирование (Simulation).
16. Оценка результатов деятельности (Performance Measurement).

С накоплением опыта моделирования производственных и непроизводственных операций эти понятия постоянно уточняются, постепенно охватывая все больше функций.

Задачей КИС класса MRP II является оптимальное формирование потока материалов (сырья), полуфабрикатов (в том числе находящихся в производстве) и готовых изделий. Система класса MRP II имеет целью интеграцию всех основных процессов, реализуемых предприятием, таких как снабжение, запасы, производство, продажа и дистрибуция, планирование, контроль за выполнением плана, затраты, финансы, основные средства и т.д.

Результаты использования КИС стандарта MRP II:

– получение оперативной информации о текущих результатах деятельности предприятия как в целом, так и с полной детализацией по отдельным заказам, видам ресурсов, выполнению планов;



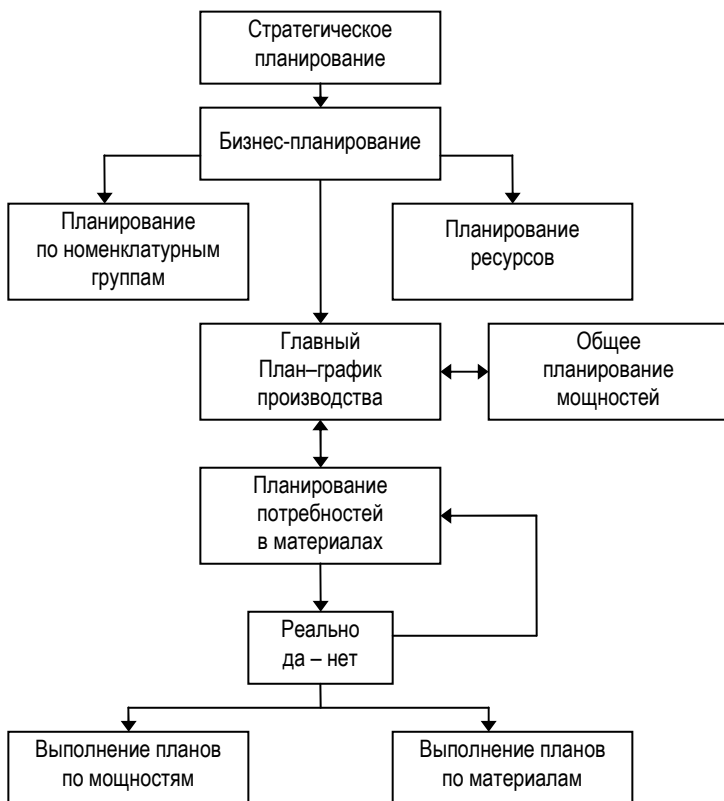
- долгосрочное, оперативное и детальное планирование деятельности предприятия с возможностью корректировки плановых данных на основе оперативной информации;
- решение задач оптимизации производственных и материальных потоков;
- реальное сокращение материальных ресурсов на складах;
- планирование и контроль за всем циклом производства с возможностью влияния на него в целях достижения оптимальной эффективности в использовании производственных мощностей, всех видов ресурсов и удовлетворения потребностей заказчиков;
- автоматизация работ договорного отдела с полным контролем за платежами, отгрузкой продукции и сроками выполнения договорных обязательств;
- финансовое отражение деятельности предприятия в целом;
- значительное сокращение непроизводственных затрат;
- защита инвестиций, произведенных в информационные технологии;
- возможность поэтапного внедрения системы, с учетом инвестиционной политики конкретного предприятия.

В основу MRP II положена иерархия планов. Планы нижних уровней зависят от планов более высоких уровней, т.е. план высшего уровня предоставляет входные данные, намечаемые показатели и/или какие-то ограничительные рамки для планов низшего уровня. Кроме того, эти планы связаны между собой таким образом, что результаты планов нижнего уровня оказывают обратное воздействие на планы высшего уровня.

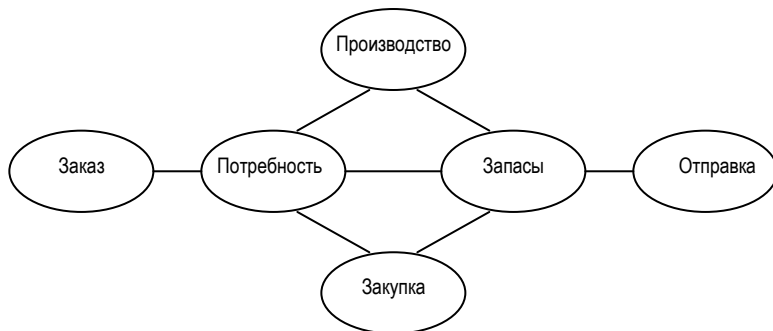
Если результаты плана нереалистичны, то этот план или планы высшего уровня должны быть пересмотрены. Таким образом можно проводить координацию спроса и предложения ресурсов на определенном уровне планирования и ресурсов на высших уровнях планирования.

Следует отметить, что практически все основные системы планирования очень тесно взаимосвязаны между собой и поэтому, разбирая MRP II, будем вынуждены затронуть все остальные системы планирования. Для большей ясности нарисуем картину условной взаимосвязи основных плановых систем, которая представлена на рис. 3.7 блок-схемой иерархии планов.

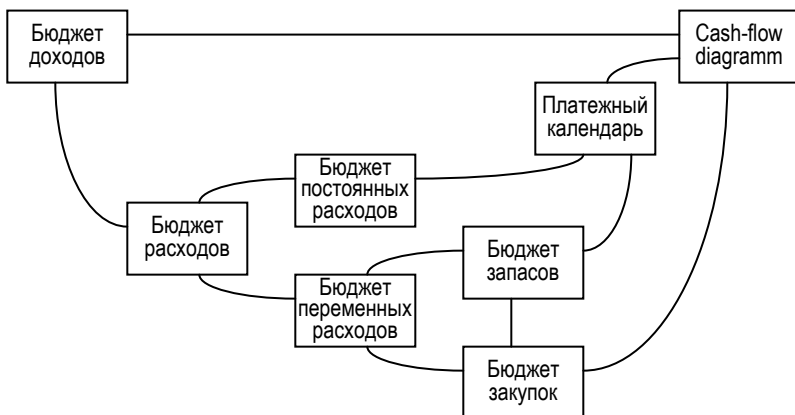
Приведенная блок-схема показывает только «технологический взгляд» на систему планирования, кроме него возможен например логистический взгляд, который упрощенно может быть представлен в следующем виде (рис. 3.8) или, например, финансовый взгляд (рис. 3.9).



**Рис. 3.7. Блок-схема иерархии планов**



**Рис. 3.8. Логистический взгляд на систему планирования**



**Рис. 3.9. Финансовый взгляд на систему планирования**

Следует обратить внимание на то, что при использовании методов функционального управления, в частности MRP II, бюджетирование используется только как специфическая методика в казначейском планировании и в управлении (т.е. при планировании движения денежных средств, платежей и поступлений) и некоторых других случаях, имеющих отношение к управлению финансами. Большинство же бюджетов, часто используемых в Российской практике бюджетирования, либо имеют функциональные эквиваленты в методике MRP, как например бюджет продаж – это обычно бизнес-план или прогноз продаж (в зависимости от производственной модели), бюджет закупок – это зависимая потребность в закупаемых материалах и компонентах, полученная в результате MRP-процесса (точнее его части – разузлования), либо получаются расчетными методами из компонент методологии. В частности, например бюджеты накладных производственных расходов и бюджет заработной платы получают в результате пересчета полученных профилей загрузки рабочих центров по нормативам накладных расходов и заработной платы. Принципиальное достоинство MRP II, особенно в ее современных реализациях – это динамический характер полученных данных, их оперативность и обновляемость «по потребности», в отличие от статического по своей сущности метода бюджетирования.

Практически для управления предприятием и MRP II-систем «технологический взгляд» является наиболее сложным как с точки зрения реализации, так и концептуально, поэтому сначала остановимся именно на нем (см. рис. 3.7).

**Стратегическое планирование** – это долгосрочное планирование. Оно обычно составляется на срок от одного до пяти лет. Оно ос-

новано на макроэкономических показателях, таких как тенденции развития экономики, изменение технологий, состояние рынка и конкуренции. Стратегическое планирование обычно распространяется на каждый год пятилетки и представляет собой плановые показатели (цели) высшего уровня.

**Бизнес-планирование.** Бизнес-план – это обычно план на год, который также составляется на ежегодной основе. Иногда он неоднократно пересматривается в течение года. Как правило, он является результатом совещания управленческого состава, на котором сводятся планы продаж, инвестиций, развития основных средств и потребности в капитале и бюджетировании. Эта информация подается в денежном выражении. Бизнес-план определяет плановые показатели по объемам продаж и производства, а также другие планы низшего уровня.

**Планирование объемов продаж и производства.** Если бизнес-план предоставляет итоговые данные по объемам продаж ежемесячно (в денежном выражении), то план объемов продаж и производства разбивает эту информацию по 10 – 15 ассортиментным группам. В результате получают план производства, который ежемесячно пересматривается, принимая во внимание план предыдущего месяца, реальные результаты и данные бизнес-плана.

План объемов продаж и производства обычно включает следующие элементы: объем продаж, производство, запасы, незавершенный объем производства, отгрузка.

Из этих элементов «Объем Продаж» и «Отгрузка» – это прогнозы, так как это внешние данные, которые прямому контролю не поддаются. Объем производства планируется, это внутренний показатель, поддающийся прямому контролю. Планы по объемам запасов и незавершенным объемам производства контролируются косвенно, манипулируя данными прогнозов объема продаж, прогнозов объема отгрузки и/или плана объемов производства.

Объемы запасов и незавершенки управляются по-разному, в зависимости от типов продукции, выпускаемой или продаваемой компанией. Плановый объем запасов – это важный фактор, особенно для тех компаний, которые производят продукцию на склад. Плановый объем незавершенки является важным фактором для тех компаний, которые производят продукцию на заказ.

Фокусом планирования объема продаж и производства является план производства. Хотя он и называется планом производства, это в принципе не просто план выпуска продукции. Он требует наличия необходимого объема ресурсов по всей компании в целом. Если отдел маркетинга планирует скачок в продажах определенного ассортимента продуктов, инженеры должны обеспечить наличие необходимого объема оборудования; отдел МТС должен будет обеспечить дополнитель-

ные поставки материалов (наличие новых поставщиков); отдел кадров должен будет обеспечить наличие дополнительного объема трудовых ресурсов, а также организовать новые рабочие смены. Плюс ко всему необходимо будет обеспечить наличие необходимого объема капитала (для оплаты дополнительного объема ресурсов и запасов).

**Планирование ресурсов.** План производства будет нереален, если не будет обеспечено наличие необходимого объема ресурсов. Планирование ресурсов – это долгосрочное планирование, которое позволяет оценить необходимый (для выполнения плана производства) и наличный объем ключевых ресурсов, таких как люди, оборудование, здания и сооружения. Если возникнет потребность в наличии необходимого объема дополнительных ресурсов, то, возможно, потребуются пересмотреть бизнес-план.

Планирование ресурсов затрагивает только ключевые ресурсы и составляется на срок действия плана по производству (обычно один год). Ресурс может считаться ключевым, если его стоимость достаточно велика, или если срок его поставки достаточно велик или если от него зависят другие ресурсы. Ресурсы могут быть как внешними (возможности поставщиков), так и внутренними (оборудование, складские площади, деньги).

**Главный план-график производства (ГПП).** Роль начальника отдела планирования – перевод производственного плана в специфичный план-график производства. Этот план – ГПП – план производства, наложенный на шкалу времени. ГПП показывает что будет производиться, когда и в каких объемах.

Так как производственный план выражен в таких единицах как рубли, часы, тонны, то для того, чтобы получить ГПП, необходимо произвести некоторые шаги по трансформации производственного плана. Плановые объемные показатели по ассортиментной группе необходимо перевести в плановые объемы и сроки по каждому продукту этой группы в раздельности. В зависимости от типа и объема выпускаемой продукции ГПП можно разбить на недельные, дневные и даже сменные планы.

Одна из основных целей ГПП – обеспечение буфера: ГПП отличает прогнозы и потребности отдела сбыта от MRP (планирование потребностей в материалах). Философия такова: прогнозы и заказы на продажу (заказы клиентов) выражают спрос (или отгрузку), в то время как ГПП отображает то, что реально будет произведено в соответствии с имеющимся спросом. В соответствии с ГПП возможно производство продукции в период, когда спрос на нее невысок, и наоборот. Это может иметь место при производстве продукции, спрос на которую сезонен.

Начальник отдела планирования должен принимать во внимание все источники независимого спроса. Независимый спрос – это спрос, который может быть прогнозом, обычно это спрос на готовую продукцию и запчасти. Он в корне отличается от зависимого спроса (спрос, который можно рассчитать, исходя из данных по составу изделия). Источники независимого спроса: производственный план, прогнозируемый объем отгрузки, заказы клиентов (при производстве или сборке под заказ), спрос на запчасти, межзаводской спрос и страховой запас.

Основная проблема в составлении ГППП – это определение того, планирование по каким изделиям/комплектующим должно вестись отделом планирования, а по каким должно вестись автоматически (системой MRP). Изделия, планируемые отделом планирования, – это те изделия, планирование которых должно вестись под контролем людей. Изделия, планируемые системой MRP, т.е. автоматически, не требуют такой степени контроля (они зависят от ГППП). Определение того, как должно вестись планирование того или иного вида изделия зависит от типов изделий и технологических процессов. Обычно очень маленькое количество изделий должны контролироваться отделом планирования.

**Общее планирование мощностей.** Как и планирование ресурсов, общее планирование мощностей является долгосрочным и ведется по ключевым ресурсам. Этот процесс использует данные ГППП, а не данные производственного плана. Так, если ГППП выражен в объемных и временных характеристиках, то общее планирование мощностей используется для создания более детализированного плана, который может быть очень полезен при оценке средних потребностей компании в целом, а также для оценки ГППП.

**MRP или планирование потребностей в материалах.** Исторически MRP (планирование потребностей материалов) предназначалось для контроля за запасами и их пополнения. В рамках MRP II (планирование ресурсов предприятия) его использование было расширено до планирования потребностей в мощностях, проведения приоритизации и до замыкания всей цепочки планирования.

MRP отвечает на четыре основных вопроса.

1. Что мы собираемся производить?
2. Что нам для этого необходимо?
3. Чем мы уже располагаем?
4. Что нам необходимо дополнить?

ГППП отвечает на первый вопрос «Что мы собираемся произвести?». В целях достижения целей, поставленных ГППП, ведется планирование всей производственной и дистрибьюторской деятельности. Так как ГППП – это график, то он также отвечает и на такие вопросы как «Сколько?» и «Когда?»

Второй вопрос «Что нам для этого необходимо?» по сути спрашивает: Какие изделия/комплектующие нам нужно произвести (или закупить), чтобы выполнить планы ГПП? Чтобы ответить на этот вопрос, нам нужно знать две вещи: ГПП и правильные данные о составе изделия (структуре продукта, формуле продукта). ГПП и данные о составе изделия позволяют системе определить Что, Сколько и Когда потребуется для того, чтобы произвести то, что нам нужно.

Вопрос «Чем мы уже располагаем?» можно разделить на два вопроса: «Что у нас уже есть на руках?» и «Что мы ожидаем по заказам?» Наличный запас на складе – это ответ на первый вопрос, а плановый объем поступлений продукции с производства и от поставщиков – это ответ на второй вопрос. Все вместе эти данные не только дают информацию о наличном объеме запасов, но они также позволяют системе оценить ожидаемый объем запаса. Чтобы ответить на последний вопрос, нужно знать ответы на три предыдущих. Взяв то, что нужно произвести (брутто-потребности), отняв то, что уже есть (на складе и плановые поступления), мы узнаем то, что нам нужно дополнить (нетто-потребности).

**CRP или планирование потребностей в мощностях.** Но наличие необходимого объема необходимых материалов ничего не значит без наличия достаточного свободного объема рабочего времени. CRP (или планирование потребностей в мощностях) – это планирование среднего уровня, которое использует данные запланированных MRP заказов и заказов на производство для определения необходимого объема рабочего времени (как по трудовым, так и по техническим ресурсам).

Планирование ресурсов и общее планирование мощностей – это планирование высшего уровня, используемое для планирования таких ресурсов как физическое оборудование. CRP является более детализированным планированием. Загрузка рабочих мест рассчитывается на основе технологического маршрута изготовления продукта, который определяет, каким именно образом производится данный вид продукта. Технологический маршрут похож на инструкцию к применению – набор шагов (или технопераций), которые необходимо совершить для изготовления чего-то. Каждая техноперация совершается на каком-то рабочем месте, которое может состоять из одного или нескольких человек и/или оборудования.

**DRP или планирование потребностей в распределении.** Когда какие-то материалы передвигаются от поставщика к потребителю, они передвигаются по цепи поставок (или рыночному каналу). Если представить это графически, то цепь поставок представляет собой потоки спроса и предложения между поставщиками и какими-то подразделениями компании Заказчика, между этими подразделениями и клиента-

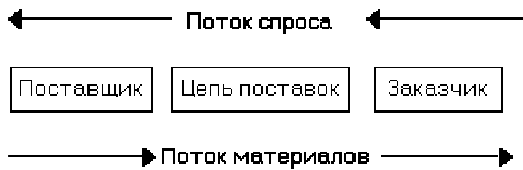
ми или между различными подразделениями одной компании. DRP (планирование потребностей в распределении) координирует спрос, предложение и ресурсы между подразделениями одной или нескольких компаний (рис. 3.10).

В цепи поставок могут быть два и более уровней производственных и/или дистрибьюторских подразделений. Эти подразделения могут находиться в различной зависимости друг от друга; важным моментом является то, что одно подразделение может поставить продукцию другому подразделению.

Например, предприятие производит товары на территории одного подразделения, а продает их с отдельного склада продаж (рис. 3.11).

Другое предприятие может иметь центральный центр дистрибуции, который поставляет продукцию на склады региональных отделений (рис. 3.12).

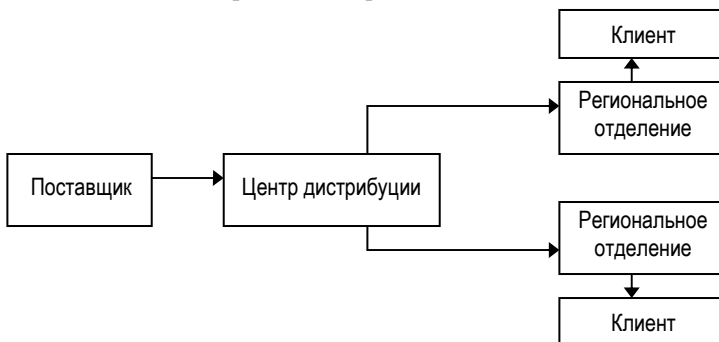
И третий пример: компания имеет производственные мощности в двух городах (рис. 3.13).



**Рис. 3.10. Планирование потребностей в распределении**



**Рис. 3.11. Продажа товаров с отдельного склада**



**Рис. 3.12. Продажа со складов региональных отделений**





**Рис. 3.13. Производство в двух городах**

При планировании спроса и предложения материалов между подразделениями отвечают на три основных вопроса:

1. Что нам нужно получить (с других подразделений)?
2. Что мы собираемся поставить (другим подразделениям)?
3. Что мы можем поставить?

Хотя эти вопросы и похожи на вопросы, задаваемые MRP (планирование потребностей в материалах), однако существует одно принципиальное отличие. В MRP достаточно знать «Какой» и «Когда» ожидается спрос и предложение. Когда же существует несколько подразделений, между которыми постоянно передвигается продукция, тогда DRP необходимо знать плюс ко всему где (каким подразделением) возник спрос/предложение.

Ответ на вопрос «Что нам нужно получить?» создает спрос на материалы, которые необходимо поставить с другого подразделения. DRP рассчитывает полностью все эти потребности (после запуска MRP).

На вопрос «Что мы собираемся поставить?» ответ возникает при оценке всех источников спроса на продукт, включая заказы клиентов, прогноз отгрузок, потребности в запчастях, страховой запас и межзаводской спрос.

Используя данные по межзаводским запросам и заказам на распределение, между подразделениями ведется контроль спроса и предложения. На основе данных о потребностях подразделения на материалы, поставляемые другим подразделением, DRP создает запросы между этими подразделениями.

Ответ на последний вопрос «Что мы можем поставить?» зависит от наличия материалов (предложение) и транспорта (ресурсов). Если спрос (потребности) превышает предложение, DRP можно использовать для закрепления материалов за несколькими подразделениями в указанной пропорции.

Отметим «стандартные» понятия и определения, применяемым для описания MRP II-системы.

Основные входные данные в MRP II-системе следующие:

- 1) данные изделия, включая ВОР и маршрутизацию;
- 2) данные потребности, сформированные MPS, из системы продаж и/или системы управления проектами;
- 3) данные материального обеспечения, включая существующие материальные запасы, уже сделанный производственный заказ и заказы на приобретение «Изделие» (Item) – базовое понятие MRP II системы. Изделие – это может быть сырье, компонента, «сборка», или законченная продукция, или любая другая материальная «вещь». В русском языке для Item, так же как и для ВОР нет полностью адекватного перевода, в рамках данного пособия будем употреблять термины «Изделие» и «Компонента» как взаимозаменяемые эквиваленты Item. Все «компоненты» в пределах MRP-системы должны сначала быть определены путем создания «главной записи изделия». Главная запись изделия включает (точнее задает в рамках автоматизированной системы) большинство общих данных относительно каждого изделия, типа единиц измерения, всевозможного описания, уникального номера изделия, и т.д. Данные, связывающие каждую компоненту изделия в главной записи изделия, используются всеми модулями, функциями и процессами в пределах MRP II-системы. Главная запись изделия, как правило, включает четыре компонента специфических для управления плановым процессом в MRP II-системе: тип изделия, политика заказа, метод заказа и система заказа. Отношения между типом изделия, политикой заказа, системой заказа и методом заказа очень важны в MRP II-системе.

MRP II-система может использовать пять типов изделия или более:

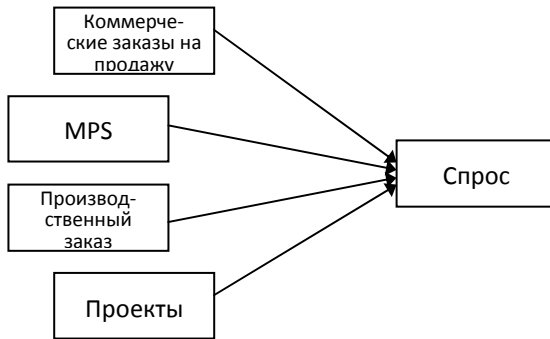
- 1) производимое (производственное);
- 2) покупное (заказное);
- 3) обобщенное;
- 4) фантомное (стоимостное);
- 5) субподрядное (субподрядный договор).

Потребность (объем заказа) для производимых и покупных компонент может быть сформирована MPS, MRP, SIC, FAS и PS (проектной системой).

Цель процесса планирования потребности (MRP-процесса) состоит в преобразовании информации о спросе в производственный заказ, который будет доведен до управления цехом для исполнения, и в формировании распоряжений на закупку, на основании которых будет сформирован календарный план закупок.

Информация о спросе (потребности) может быть сформирована четырьмя источниками (рис. 3.14):

- 1) заказы на продажу (включая полученные из заключенных контрактов и заказов на продажу, а в отдельных случаях и из коммерческих предложений);



**Рис. 3.14. Информация о спросе**

- 2) «запланированные» в системе MPS заказы;
- 3) фактический производственный заказ (например, переходящий из предыдущих периодов);
- 4) потребности из системы управления проектами (планирования проектов).

В некоторых бизнес-моделях потребность для вариантов изделия может быть сформирована процессом планирования потребности проекта, который является частью системы управления проектами. Следовательно, в зависимости от реализации MRP-системы, заказы на закупку могут быть получены из MRP потребности или непосредственно из системы управления закупками или, наконец, из функции управления проектами.

Источник потребности в отдельных компонентах зависит от политики заказа и системы заказа, к которой назначено изделие. Размер закупки для выдачи заказа на поставку (материально-техническое снабжение) вычисляется из заказов на закупку, производственного заказа, планов производства и уровней складских запасов.

Информация в главной записи изделия используется, чтобы определить, является ли политика заказа анонимной (anonymous) или «по заказу» (to order) или производственной (MRP), чтобы определить систему заказа, соответствующую изделию. Система заказа определяет, каким образом (в частности какой системой планирования) формируется потребность в данном компоненте готовой продукции.

Функция планирования потребности использует информация в BOM чтобы определить количество каждого материала, компоненты или сырья более низкого уровня, чем рассматриваемый на данном этапе планирования, необходимого, чтобы произвести запланированные количества каждого изделия данного более высокого уровня.

Например, запланированный производственный заказ в объеме 33-х автомобилей поступает от функции MPS к функции планирования

потребности. Состав изделия (ВОМ) показывает, что для каждого автомобиля требуются четыре колеса. Планирование потребности будет генерировать «запланированный» заказ приобретения (если это закупаемая компонента) или производственный заказ (если колеса планируются и производятся в рамках единого технологического процесса) в размере  $33 \times 4$ , т.е. 132 колеса. Частным случаем такой ситуации может быть вариант, когда требуемые колеса являются субконтрактным изделием, причем контрактором по данному заказу выступает «родственное» или «дочернее» предприятие.

Функция планирования потребности использует тип изделия, устанавливаемый в главной записи изделия для колеса, чтобы определить планировать ли производственный заказ или заказ на закупку. Если тип изделия для колес установлен – «приобретаемое», то запланированный заказ на закупку, будет сформирован. Если тип изделия установлен «производимое», плановый производственный заказ будет сформирован.

Хотя тип изделия определит, что необходимо сформировать: запланированный производственный заказ или запланированный заказ на закупку в ходе процесса планирования, диктуемый данным атрибутом выбор не окончателен. В случае необходимости, производимые компоненты могут быть приобретены. Приобретаемые компоненты также, если это необходимо, могут быть произведены. Однако MRP II-система не будет позволять определять ВОМ или маршрутизацию для данной компоненты или изделия, если тип изделия установлен как «приобретаемое». Следовательно, компонентам, которые могут быть как произведены, так и приобретены, должен быть назначен «производимый» тип изделия, так, чтобы было возможно использовать ВОМ и маршрутизацию для «дуального» планирования.

Процесс планирования потребности использует для каждого изделия «времена задержек» (lead time – интерпретируется и как «время опережения») приобретения или производства, чтобы определить когда конкретно планировать их производство или приобретение с учетом особенностей логистического процесса.

В примере выше можно представить, что колеса назначены к «приобретаемому» типу изделия и время задержки приобретения – две недели. Если производство требует семи дней, то процесс планирования потребности будет формировать запланированный Заказ на закупку для колес, который будет передан исполнителю на 21 день прежде, чем автомобили должны быть отгружены. В различных системах может быть установлено различное количество времен задержки, учитывающих например такие особенности, как время доставки, время таможенных операций, время на обработку заказа контрагентом по поставкам.

Реально это тот же самый базисный процесс планирования потребности, используемый во всем производстве.

Чтобы улучшить точность планирования потребности, MRP-система допускает, чтобы даже заявки на продажу (т.е. неподтвержденные коммерческие предложения) были включены во входные данные процесса планирования потребности. При этом система должна давать возможность получить информацию о возможных сроках выполнения заказа с учетом уже спланированных работ (заказов) и дать прогноз (проект) реальной себестоимости товаров в заказе с учетом имеющихся запасов и/или прогноза цен на исходные материалы и комплектующие.

Конечно, маловероятно, что все заявки на продажу в конце концов превратятся в заказы.

Способность MRP II-системы включать заявки на продажу в процесс планирования потребности может быть очень полезна в специфических типах бизнеса, особенно когда период конечной сборки требует мало времени или когда бизнес-цикл очень короток. Этот метод, конечно, имеет ограничения. Действительно, если спецификации заявок сильно отличаются (например, принципиальное значение имеет цвет изделия в малых партиях), то оценка их реализации процентом становится бессмысленной. Ввиду этого целесообразно использовать данный механизм в случаях, когда спецификации заявленных и заказанных товаров «статистически» подобны. Системы современного уровня (COMMS-CSRP) позволяют работать с заказами на порядок более «тесно», что позволяет решить данную проблему. В частности, эти системы позволяют производить процесс «модельного» и затем «окончательного» планирования под каждый заказ клиента, с целью получения адекватной информации о возможных сроках выполнения заказа и его реальной стоимости. Более того, при наличии модуля APS (advanced planning and scheduling – расширенное управление производственными заданиями) возможно производить процесс планирования хоть при каждом появлении нового заказа, а также устанавливать приоритеты выполнения заказов.

Как показано выше, объемно-календарный план (MPS) представляет собой список объемов производства на каждое запланированное изделие для каждого периода планирования, т.е. планировочная таблица является главной для следующих за ней операций планирования. MPS подготавливается на уровне управления бизнесом «в целом» или предприятием и обычно включает развернутые категории готовых изделий.

Однако, во многих случаях, большинство из компонент (изделий), включенных в систему планирования MPS – «стандартные (типовые, обобщенные) изделия».

Например, предприятие точно не знает, каковы будут спецификации закупаемых товаров, но для составления бизнес-плана необходимо провести модельное планирование. Тогда, например, используются «усредненные» по предыдущим периодам (или точнее – «спрогнозированные») спецификации.

Затем запускается функция модельного планирования потребности, чтобы подготовить детализированные, времязаструтурированные вычисления потребности в материалах и потребности в производственных мощностях, необходимые для того, чтобы удовлетворить плановой потребности MPS. Так как в «стандартной системе» такие расчеты достаточно трудоемки, то часто вместо них используются упрощенные методы, типа «чернового планирования производственных мощностей» (RCCP). На основании этих данных рассчитываются финансовые результаты объемно-календарного плана. В свою очередь, на основании произведенных расчетов принимается решение о пригодности плана к исполнению или о его изменении.

MRP II часто планируется для более коротких периодов времени, чем MPS. Например, если MPS обычно рассматривает месячные периоды времени как основу планирования, планирование потребности может быть основано на недельных или даже суточных (сменных) интервалах (периодах). Требуемые плановые периоды времени должны быть выбраны, основываясь на среднем производственном цикле и/или на среднем цикле продаж (динамике движения запасов). Так, если «в среднем», от момента предварительного согласования спецификации до заключения договора проходит несколько недель, то это требует одного горизонта планирования. Если же клиент готов забирать товар на следующий день или даже через несколько часов, то, соответственно – другого. При этом и в том, и в другом случае производственный цикл может составлять 1–2 дня.

После согласования предварительного MPS он превращается в «запущенный» (запланированный) объемно-календарный план. После этого проводится полноценная процедура планирования потребности в материалах и производственных мощностях.

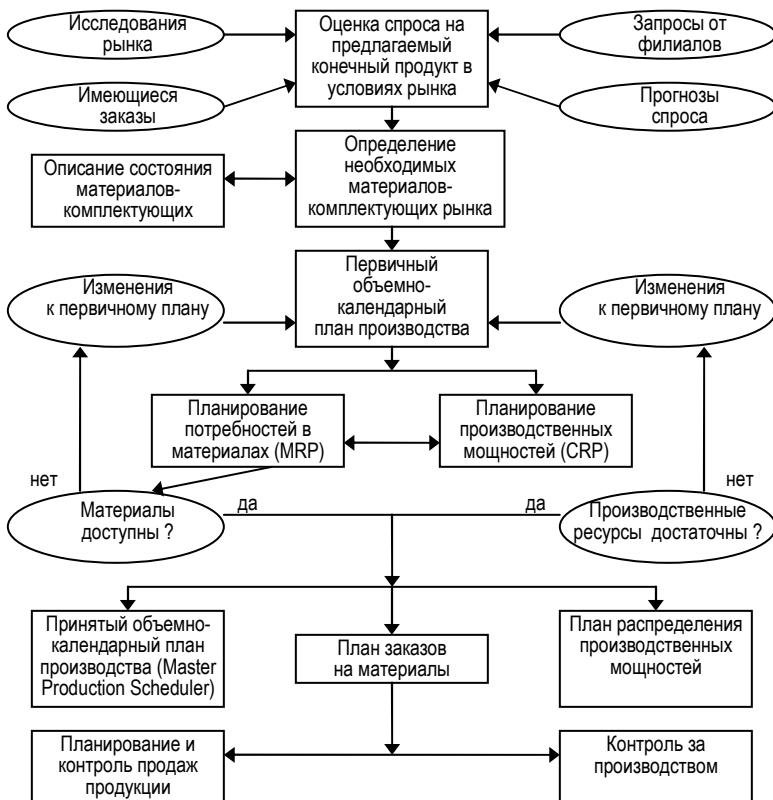
Задача процесса планирования потребности – подготовить детализированные планы производства продукции и приобретения компонент и сборок, необходимых для удовлетворения объемно-календарного плана (MPS).

### **3.2. ERP-СИСТЕМА**

В последние годы системы планирования класса MRP II в интеграции с модулем финансового планирования FRP (Finance Requirements Planning) получили название систем бизнес-планирования ERP (Enterprise Requirements Planning), которые позволяют наиболее эффективно планировать всю коммерческую деятельность современного

предприятия, в том числе финансовые затраты на проекты обновления оборудования и инвестиции в производство новой линейки изделий. В Российской практике, целесообразность применения систем подобного класса обуславливается, кроме того, необходимостью управлять бизнес процессами в условиях инфляции, а также жесткого налогового прессинга, поэтому, системы ERP необходимы не только для крупных предприятий, но и для небольших фирм, ведущих активный бизнес. На рисунке 3.15 представлена логическая схема системы планирования ресурсов производственного предприятия.

Схематично модель большинства ERP-систем можно описать следующим образом: в единую базу данных поступают все первичные сведения о деятельности предприятия, и на их основе программа строит различные отчеты, графики, прогнозы, словом, поставляет полноценную аналитическую информацию.



**Рис. 3.15. Логическая структура системы планирования ресурсов предприятия**

Хозяйственные операции регистрируются в системе один раз, и их влияние на результативность работы предприятия можно оценить сразу, получив соответствующий отчет. Итак, основная ценность ERP-системы – в обеспечении информационной интеграции всех функциональных областей деятельности компании.

Несмотря на то, что возможности современных ERP-систем достаточно развиты и постоянно возрастают, чуда может и не произойти. Зачастую после внедрения КИС руководство по-прежнему не довольно качеством информационного обеспечения. Например, вопреки всем ожиданиям не сокращаются трудозатраты на выполнение рутинных операций, и, что еще важнее, сохраняются все недостатки, присущие ранее сложившейся практике осуществления производственно-хозяйственных операций. Речь обычно идет о некорректном оформлении первичных документов, наличии сверхнормативных запасов, нарушениях в сбытовой политике, в частности об отпуске продукции клиентам, имеющим неисполненные обязательства, и т.д. Более того, нередко спроектированная ERP-система настолько сложна и неадекватна текущим задачам, что вообще не используется в компании. И это не единичные случаи! По некоторым данным на Западе однозначно успешными считается менее 50% внедрений ERP-систем. Достоверных сведений по ситуации в России пока нет, но вряд ли тенденция будет отличаться.

Причин неудачных внедрений сотни. Но в их основе, как правило, лежит нарушение основополагающих принципов проектирования КИС. Обычно проекты внедрения ERP-систем не дают ожидаемых результатов вследствие их проектирования без учета стратегии развития бизнеса; нарушения принципа построения системы «сверху-вниз»; чрезмерного увлечения реинжинирингом бизнес-процессов и их порой неоправданного подчинения требованиям стандартной функциональности базовой ERP-системы и, наоборот, вследствие кардинальной переработки базовой функциональности.

**1. Проектирование системы ERP без учета стратегии развития предприятия.** При настройке ERP-системы невозможно учесть все потенциальные пути развития предприятия в отдаленном будущем. За прошедшие годы экономическая среда, в которой работают российские предприятия, сильно изменилась. Например, в предприятиях нефтегазовой отрасли трансформировалась структура собственности: предприятия вывели практически все непрофильные активы, информация о которых была неотъемлемой частью КИС и учитывалась при составлении консолидированной отчетности. Многие предприятия металлургической отрасли заметно сократили численность сотрудников (некоторые практически в два раза), что естественно отразилось на количестве автоматизированных рабочих мест.



Понятно, что со временем ERP-системы, созданные в отрыве от планов реструктуризации бизнеса, потребуют кардинальной модернизации. Иначе они превратятся в обузу, мешающую текущему управлению и даже документообороту. Создание и внедрение полнофункциональной ERP-системы – длительный процесс, который на крупных предприятиях может занимать 3 и даже 5 лет. Более того, систему необходимо проектировать так, чтобы она работала в течение 2–3 лет без проведения модернизации. Поэтому при проектировании важно представлять структуру и масштабы бизнеса в перспективе, как минимум, на 3 года. Ошибки в прогнозировании могут привести к неоправданно большим расходам, в частности на покупку дополнительного сетевого оборудования и оплату Интернет трафика, составляющих значительную долю в стоимости владения ERP-системой. Совсем неприятный вариант, когда спустя год или два становится очевидна необходимость переводить ERP-систему на другую техническую платформу.

К числу других типовых направлений развития бизнеса можно отнести расширение практики мелкосерийного производства, создание филиальной сети, замену поставщиков, сокращение резервных запасов, ужесточение требований к срокам поставок. В этой связи производительность внутренних телекоммуникационных каналов должна быть рассчитана на повышенную нагрузку, например, когда поток данных возрастает из-за сокращения периодичности обновления информации. Если производительности каналов и самой базы данных недостаточно, то регистрация хозяйственных операций будет проходить менее оперативно. Следовательно, любые аналитические данные по текущей ситуации окажутся не совсем достоверными.

Заложить в ERP-систему цели предприятия и перспективы ее развития можно только при проектировании «сверху-вниз», а не наоборот. Создание информационной управленческой системы – удовольствие дорогое. Регистрация в ней всех данных, появляющихся на предприятии, в принципе невозможна. И естественно, каждый разработчик при проектировании сталкивается с необходимостью перехода от этого полного, в некотором смысле «неограниченного» объема информации к какому-то «лимиту». Поэтому, создавая ERP-систему, проектировщик всегда решает задачу выбора значимых для принятия управленческих решений данных в увязке с «ценой вопроса» на ее реализацию. На каждом предприятии ежедневно циркулируют огромные информационные потоки данных о материально-технических ресурсах, клиентах, персонале, производственном потенциале и т.д. Возникает вопрос: нужны ли в ERP-системе специфические сведения, скажем, о производительности какого-либо станка в последние 2 часа или о количестве полуфабрикатов на столе конкретного работника в текущий момент при том, что эта информация, бесспорно, используется в управленческой деятельности?

У каждого уровня управления – свои потребности в информационном обеспечении. Но эти данные ни в коем случае не должны оказаться избыточными.

Распределение информационных потоков будет верным, если начать построение системы с уточнения потребностей в сведениях верхних уровней управления, постепенно спускаясь «вниз». При таком подходе в первую очередь формируются и определяются показатели, необходимые высшему руководству, а также частота их расчета. Затем устанавливаются данные, требующиеся следующему в иерархии управленческому звену, и т.д. Таким образом, исключается риск создания системы, которая будет генерировать информацию, недостаточную для принятия управленческих решений высшим руководством.

На практике проектировщики, не задаваясь целью обеспечить информационную поддержку принятия управленческих решений, либо пытаются ввести в систему максимальное количество данных, тем самым неоправданно увеличивая стоимость КИС, либо упускают часть важных для какого-то уровня управления сведений. В результате менеджмент страдает из-за недостаточности и несвоевременности информационного обеспечения.

А руководство предприятия в лучшем случае получает доступ к информационному пространству, содержащему огромные массивы данных. Но ему практически никогда не выдается точечная агрегированная информация, необходимая для принятия управленческих решений. Естественно, такая важная цель создания и внедрения ERP-системы, как усиление контроля, также не достигается.

На практике существует немало примеров, когда даже полнофункциональная КИС класса ERP не удовлетворяет потребности управленческого аппарата в информации. Например, руководитель предприятия при анализе ситуации с дебиторской задолженностью столкнулся со следующей проблемой: используемая в работе система могла предоставить лишь неструктурированный перечень дебиторов без какой-либо группировки по важности, по удельному весу в общем объеме задолженности, срокам и т.д.

Чтобы предприятие, затратив значительные средства, не получило в результате неэффективную из-за фрагментарности учетную систему, ERP-систему нужно проектировать, ориентируясь на цели компании, последовательно определять вид и характеристики информации, необходимой каждому уровню управления, начиная с высшего руководства.

**2. Избыточный реинжиниринг бизнес-процессов.** Достаточно часто предприятие, внедряющее ERP-систему, либо соглашается на реинжиниринг всех бизнес-процессов и их подчинение требованиям базовой функциональности выбранной системы, либо настаивает на

сохранении сложившейся практики работы и, соответственно, на кардинальной перестройке выбранной системы (а порой и на полном ее переписывании). Эти две крайности пополняют список причин неудач при создании и внедрении ERP-систем.

В первом случае велик риск того, что система, созданная в расчете на кардинальную перестройку бизнес-процессов, вообще не будет использоваться. Опыт показывает, что принципиальные изменения бизнес-процессов трудно и редко приживаются, и совершенствовать систему управления компании все же лучше эволюционным путем.

Западные ERP-системы разработаны с учетом мирового опыта построения и оптимизации бизнес-процессов. Конечно же, все это должно учитываться при совершенствовании системы управления российских предприятий. Вместе с тем часто используемые проектировщиками ссылки на западную практику не совсем корректны, так как отечественные компании работают в другой экономической среде, и переход на западные стандарты не всегда целесообразен.

Во втором случае полученная система вследствие доработок и переработок теряет свою надежность. Соответственно, резко возрастают риски ошибочной обработки вводимой информации. Более того, никакой пользы от автоматизации неэффективных бизнес-процессов предприятия не будет. Наоборот, оно лишится возможности совершенствовать свою деятельность, так как будет зажата в жесткие рамки работы программы. В этой связи крайне важно правильно определить оптимальное соотношение между реинжинирингом бизнес-процессов и доработкой системы.

**3. Неверная оценка экономической эффективности внедрения ERP-системы.** Экономическая эффективность внедрения ERP-системы – это, наверное, самый сложный вопрос, на который предстоит ответить руководителю. Понятно, что внедрение подразумевает немалые затраты на общую автоматизацию (компьютеры, серверы, сетевое оборудование, лицензии, консультационные услуги и т.д.). В этой связи важно сопоставлять расходы на автоматизацию того или иного процесса, учитывая его место в ERP-системе, с итоговыми экономическими результатами проекта в целом, т.е. необходимо ответить на вопрос, что даст ведение учета соответствующих операций в системе или предоставление таких-то данных такому-то менеджеру? Каких потерь это поможет избежать? Как повысить эффективность используемых ресурсов? Какие резервы позволит вовлечь в производственную деятельность? В противном случае возрастает риск того, что затраты на автоматизацию процессов не окупятся.

Отвечать на вопрос, какова цена включения какой-либо информации, необходимо на всех этапах проектирования ERP-системы. Сначала при определении ее функциональной структуры, выборе базовой

платформы, технического обеспечения и других общих решений по системе на этапе разработки ее концепции, затем при составлении технического задания. Кроме того, задавать вопрос об экономической эффективности важно на этапе доводки прототипа системы до окончательного варианта.

При этом необходимо помнить, что наилучшие результаты от внедрения ERP-системы достигаются, если она проектируется для предприятия с хорошо выстроенной системой управления.

#### ***4. Технология и практика проектирования ERP-систем.***

На практике процесс проектирования выглядит следующим образом: Заказчик формулирует укрупненные требования к создаваемой системе, которые ложатся в основу технического задания (ТЗ), разрабатываемого внешней проектной организацией. Этому процессу всегда предшествует анализ производственно-хозяйственной деятельности предприятия-заказчика. Цель изучения бизнес-процессов – определение «узких мест» в информационном обеспечении и выявление резервов для повышения эффективности работы компании. На основе вариантов проработок в концепции определяется контур создаваемой системы, а именно: базовая ERP-система; функциональная структура; информационное обеспечение; количество необходимых автоматизированных рабочих мест; техническое обеспечение. При разработке Концепции особое внимание уделяется перспективам развития бизнеса заказчика. Рамки, в пределах которых важно понимать (представлять) перспективы развития бизнеса, определяются исходя из сроков разработки и внедрения системы (которые зависят от масштабов компании: от 6 месяцев до 3 лет); периода функционирования системы без необходимости ее модернизации (желательно, чтобы период морального старения системы составлял не менее 2 лет).

Сформированная на основе предпроектного обследования концепция может содержать несколько основных альтернативных вариантов развития автоматизации системы управления заказчика. Каждый вариант должен быть оценен исходя из соотношения «стоимость/эффективность». Выбор концепции осуществляется заказчиком и служит основой для разработки ТЗ. Здесь детально прорабатываются требования к системе. Техническое задание – основной документ, определяющий требования, организацию и проведение работ, в соответствии с которыми осуществляется проектирование ERP-системы и ее сдача заказчику.

Следующий этап – разработка модели бизнес-процессов to be (бизнес-процессы в условиях функционирования ERP-системы). Модель создается на основе ТЗ и укрупнено описывает управленческие и информационные взаимосвязи в системе. Данный этап является ключевым в работах по созданию ERP-системы. Это объясняется тем, что

его результаты позволяют сформировать у сотрудников и руководства предприятия-заказчика видение функционирования их предприятия в условиях использования ERP-системы и уточнить требования к ней.

Для крупных предприятий целесообразна разработка эскизного проекта (до разработки модели бизнес-процессов to be), в котором определяются основные проектные решения (с количеством рабочих мест свыше 60). На основе ТЗ, проектных решений, утвержденных на этапе эскизного проектирования, и модели бизнес-процессов to be осуществляется рабочее проектирование. На данном этапе должен быть проведен анализ соответствия алгоритмов расчетов и методов управления, заложенных в программном обеспечении внедряемой ERP-системы, специфическим алгоритмам и методам, применяемым в практике функционирования компании-заказчика.

По результатам анализа определяются «пробелы» в функциональности системы и принимаются необходимые проектные решения по их устранению. Эффективность проектов по созданию и внедрению комплексных автоматизированных систем управления тем выше, чем теснее сотрудничество заказчика и разработчика на всех этапах проектирования.

### **3.2.1. Логистика в ERP-системе**

Одной из современных базовых управленческих технологий является логистика. *Логистика* – это наука о планировании, организации, контроле и регулировании движения материальных и информационных потоков в пространстве и времени от первичного источника до конечного потребителя.

В современном производстве и сбыте существенно возросло время прохождения товаров по различным каналам материально-технического обеспечения (свыше 90% временных затрат), поэтому логистика делает основные акценты на оценку эффективности производства в области ресурсного потенциала и экономии издержек обращения.

В применении к предприятию логистика представляет собой общую точку зрения (стратегическую, тактическую и операционную) на предприятие и его партнеров по бизнесу с материальным потоком в качестве интегратора. Интеграция различных функций товародвижения дает возможность устанавливать оптимальное соотношение интересов различных предприятий и подразделений предприятия, достигая на этой основе минимизации совокупных издержек и получать такой общий результат деятельности, который превосходит сумму отдельных эффектов.

Логистические системы реализуют методы решения задач закупочной, производственной, сбытовой и транспортной логистик на распределенной базе данных предприятия. Они позволяют решать множество задач, среди которых можно выделить:



**Рис. 3.16. Логистический взгляд на предприятие**

- 1) управление закупками сырья, материалов, товаров;
- 2) учет в натуральной и денежной формах движения материалов, полуфабрикатов, продукции на складах и в подразделениях предприятия;
- 3) анализ сбыта готовой продукции и продаж.

Упрощенный логистический взгляд на предприятие может быть представлен следующей диаграммой (рис. 3.16).

Обычно в качестве функциональных подсистем логистики различают:

- 1) логистику материально-технического снабжения;
- 2) логистику производства;
- 3) логистику сбыта товара (маркетинговую логистику).

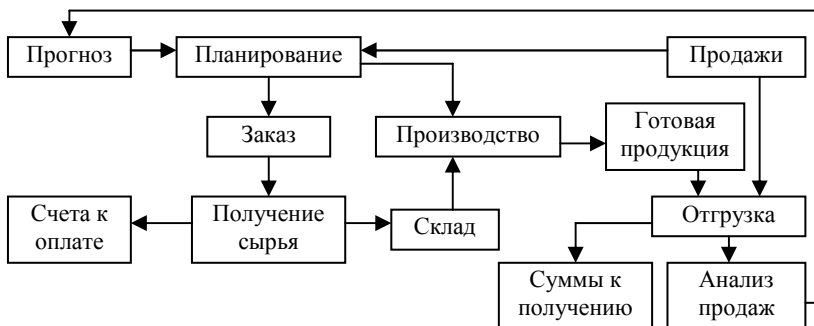
По сферам объектов система логистики подразделяется на:

- 1) производство;
- 2) систему складского хозяйства;
- 3) систему транспортировки, упаковки и обращение с материалами;
- 4) информационную систему, включая обработку заказов и систему хранения.

Архитектура логистических цепочек предприятия зависит от взаимосвязи технологических цепочек и бизнес-процессов. Множество логистических цепочек предприятия, поддерживаемых в ERP-системах, представлено на рис. 3.17.

На уровне предприятия различаются:

- 1) закупочная логистика – обеспечение предприятия материальными ресурсами;
- 2) распределительная логистика – обеспечение рационализации процесса физического продвижения продукции к потребителю и формирование системы эффективного логистического сервиса;
- 3) производственная логистика – обеспечение качественного своевременного и комплектного производства продукции в соответствии с хозяйственными договорами, сокращение производственного цикла и оптимизация затрат на производство;



**Рис. 3.17. Логистические цепочки предприятия**

4) складская логистика – операции, непосредственно связанные с переработкой и оформлением грузов и координацией со службами закупок и продаж, расчет оптимального количества складов и места их расположения;

5) транспортная логистика – оптимизация транспортных систем, выбор вида и типа транспортных средств; определение разноканальных маршрутов доставки; обеспечение технологического единства транспортно-складского процесса.

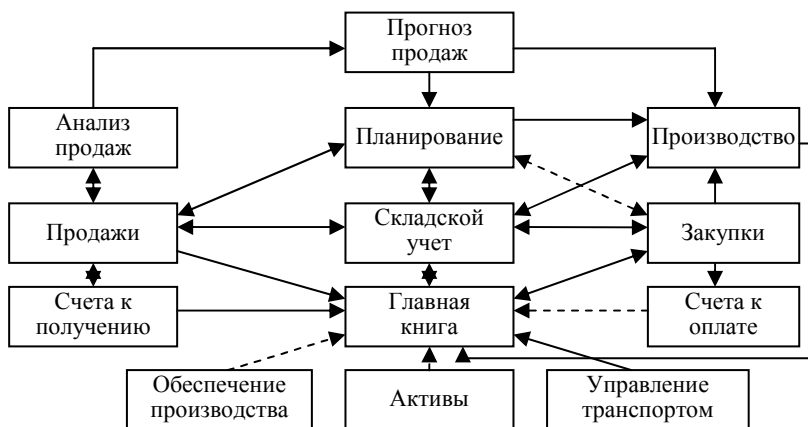
В качестве примера рассмотрим распределительную логистику. С помощью ERP-систем можно наглядно сопоставить прогнозируемый и фактический спрос с поставками продукции, чтобы разрабатывать эффективные планы, обеспечивающие современную доставку. Благодаря единому информационному хранилищу и средствам обработки заказов ERP-системы предоставляют в реальном времени сведения о состоянии заказов, историю платежей, данные о кредитах и доставке.

Распределительная логистика поддерживается следующими ERP-процессами, представленными на рис. 3.18.

Цепочка состоит из следующих основных компонентов: обработка заказов на поставки, регистрация и анализ продаж, прогноз продаж, планирование ресурсов и материалов, управление запасами и складами, обработка запасов на приобретение, управление транспортом.

Обработка заказов на поставки позволяет повысить качество обслуживания потребителей продукции за счет быстрого приема заказов, проверки поставок существующим запасам и запланированному производству.

Анализ продаж обеспечивает сбор статистических данных по количеству, цене и подробным затратам, а также возможности анализа и сравнения по продуктам или категориям продуктов или заказчикам для принятия решений и учета результатов при планировании.



**Рис. 3.18. Логистические цепочки распределительной логистики**

В заключение данного пункта отметим, что составление оптимального плана перевозок – классическая математическая задача. Как известно, усилия, необходимые для ее решения, при увеличении размера задачи растут экспоненциально.

Поэтому вручную составить план, близкий к оптимальному, или хотя бы достаточно экономичный, практически невозможно. Более того, если не использовать средства автоматизации, при значительных объемах перевозок. При больших количестве потребителей, складов, возможных маршрутов, транспортных средств, вообще вряд ли удастся вовремя доставить заказанную продукцию. Конечно, реальная ситуация далека от идеальной математической модели. Тем не менее, современные информационные технологии позволят если не найти оптимальные решения (многочисленные случайные обстоятельства исключают возможность существования оптимального решения в математическом смысле), то значительно сократить транспортные расходы.

### 3.2.2. Центры обработки данных для ERP-системы

Для того чтобы ERP-система предприятия была способна выполнять стоящие перед ней бизнес-задачи, предоставляемые ею сервисы должны обладать требуемой функциональностью, производительностью и доступностью. Функциональность достигается за счет тщательного проектирования системы. Для обеспечения заданной производительности необходимо правильно определить параметры используемых технических средств. С этой целью специалисты, устанавливающие новую ERP-систему, либо проводят технический аудит той системы, которая уже имеется, измеряют ее производительность,



моделируют будущие нагрузки, либо (например, когда система создается с нуля) рассчитывают значения параметров по специальным методикам, разработанным производителями оборудования и ПО. Чтобы гарантировать высокую доступность (availability) сервисов ERP-системы, важно в первую очередь грамотно проработать архитектуру системы и разработать комплекс специальных мер.

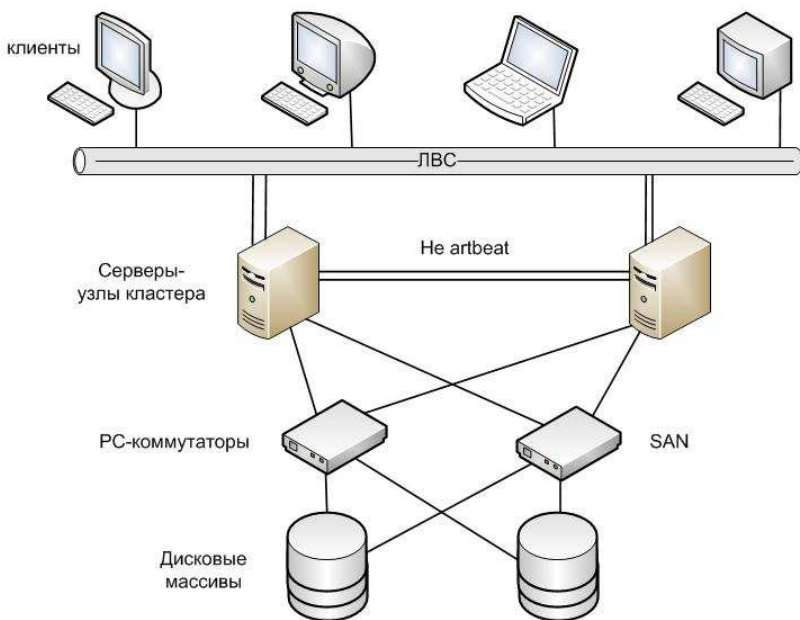
Одновременно предприятие также стремится по возможности сократить совокупную стоимость владения системой. Главными путями для этого являются, во-первых, внедрение системы эксплуатации, позволяющей удешевить администрирование ERP-системы и спланировать расходы на ее модернизацию, а во-вторых, консолидация технических средств и обслуживающего персонала в центре обработки данных (ЦОД). Такой центр представляет собой комплексное организационно-техническое решение для создания высокопроизводительной и отказоустойчивой информационной инфраструктуры.

Информационные сервисы ERP-системы делятся на критичные для выполнения основных бизнес-функций и вспомогательные. Критичными считаются такие сервисы, недоступность которых в течение длительного времени способна повлечь серьезные потери, причем не только финансовые. Так, задержка в обслуживании клиентов может привести к ухудшению имиджа предприятия, из-за чего, в свою очередь, будут потеряны потенциальные или даже текущие клиенты.

Приемлемое время недоступности информационных сервисов зависит от требований бизнеса и для каждого предприятия определяется индивидуально. Оно варьируется от нескольких минут до нескольких часов, и обычно эта цифра фиксируется в соглашении об уровне сервиса (Service Level Agreement – SLA).

Все методы, применяемые для обеспечения высокого уровня доступности ERP-систем, взаимосвязаны, но условно их часто делят на две группы: архитектурные и организационные. Архитектурные методы можно охарактеризовать одним словом – дублирование. Дублирование сокращает время восстановления работы ERP-системы после сбоя. Оно может осуществляться на всех уровнях ИТ-инфраструктуры: установка резервных компонентов в серверы, выполняющие критичные функции, создание кластера таких серверов, резервное копирование информации и создание резервного центра для ЦОД ERP-системы. Организационные методы предназначены для построения такого процесса эксплуатации, который свел бы до минимума время обнаружения и устранения неисправностей в ERP-системе. К ним относятся мониторинг, план восстановления после аварий и тренинг персонала.

Кластером называется группа соединенных между собой серверов (рис. 3.19), которые функционируют как единое целое и работа которых координируется для решения поставленной задачи. Результатом



**Рис. 3.19. Схема кластера**

создания кластера может стать, например, обеспечение высокой доступности информационного сервиса (так называемые кластеры высокой доступности, или HA-кластеры – от англ. high availability) или распараллеливание процесса решения сложной вычислительной задачи. Современное кластерное ПО позволяет избежать длительного простоя системы в случае сбоя или выхода из строя оборудования, ошибки в программе или ошибочного действия обслуживающего персонала при условии, что не произошло разрушения данных. Восстановить разрушенные данные кластер не может, что делает необходимым создание высоконадежной системы хранения данных, включающей подсистему резервного копирования.

Кластер состоит из аппаратной и программной частей. Аппаратная часть помимо узлов кластера, т.е. самих объединенных серверов, включает среду их взаимодействия – heartbeat, реализуемую с помощью либо обычного Ethernet, либо специальных высокоскоростных сред передачи данных с низкой латентностью, таких, как SCI, HP HyperPlex, Sun WildCat. Для того чтобы все узлы кластера могли обеспечить работу одного информационного сервиса, они должны иметь доступ к общему дисковому пространству. Оно реализуется созданием общих для узлов кластера томов на одном отказоустойчивом дисковом

массиве (или двух зазеркалированных дисковых массивах), подключенном ко всем узлам кластера. Для кластера, состоящего из многих узлов, наилучшей инфраструктурой доступа серверов к общему дисковому массиву является сеть хранения данных (SAN), поскольку протокол SCSI не обеспечивает устойчивой работы шины более чем с двумя инициаторами.

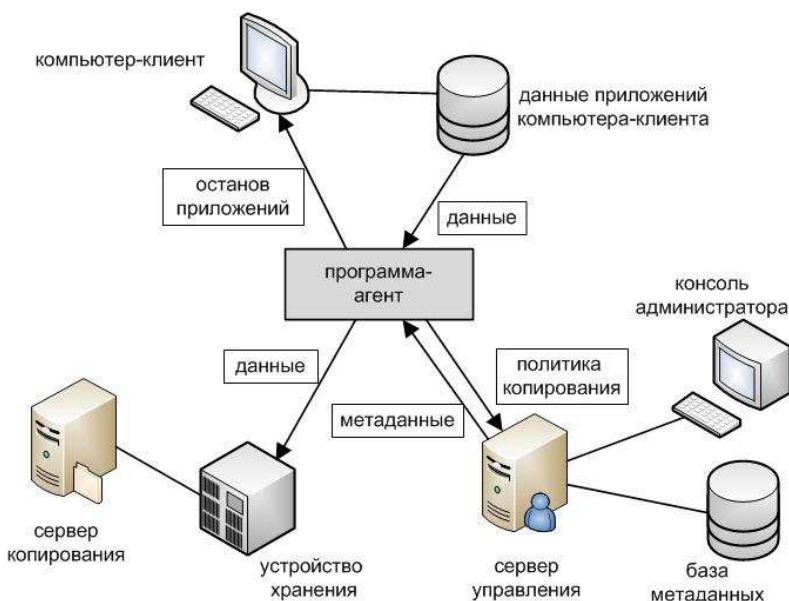
Высокая доступность информационных сервисов, предоставляемых узлами кластера, обеспечивается кластерным ПО. Это ПО с помощью специальных сервисов или скриптов отслеживает работоспособность информационных сервисов, выполняемых узлами кластера. В случае сбоя, вызванного отказом диска, сетевого интерфейса или самого приложения, кластерное ПО переносит соответствующий сервис на другой узел. Под переносом здесь понимается: остановка приложения (если оно еще работало) на первом узле, размонтирование общих дисковых томов, монтирование их на втором узле, перенос IP-адреса (алиаса) с первого на второй узел, запуск приложения. Если в кластере больше двух узлов, то информационные сервисы вышедшего из строя узла переносятся на другие узлы в зависимости от правил, либо заданных администратором, либо определенных самим кластерным ПО на основе данных о загрузке работоспособных узлов.

Система резервного копирования представляет собой служебную подсистему системы хранения данных (СХД) и является обязательным компонентом решения по обеспечению высокой доступности ERP-системы. Она позволяет восстановить работоспособность информационных сервисов даже в тех случаях, когда повреждены данные.

Создание централизованной системы резервного копирования дает возможность сократить (по сравнению с децентрализованной) совокупную стоимость владения ИТ-инфраструктурой за счет оптимального использования аппаратуры и сокращения расходов на администрирование. Такая система имеет многоуровневую архитектуру (рис. 3.20), включающую:

- 1) сервер управления резервным копированием;
- 2) одновременно он может выполнять функции сервера копирования данных;
- 3) один или несколько серверов копирования данных, к которым подключены устройства резервного хранения данных;
- 4) компьютеры-клиенты с установленными на них программными агентами резервного копирования;
- 5) консоль администратора системы резервного копирования.

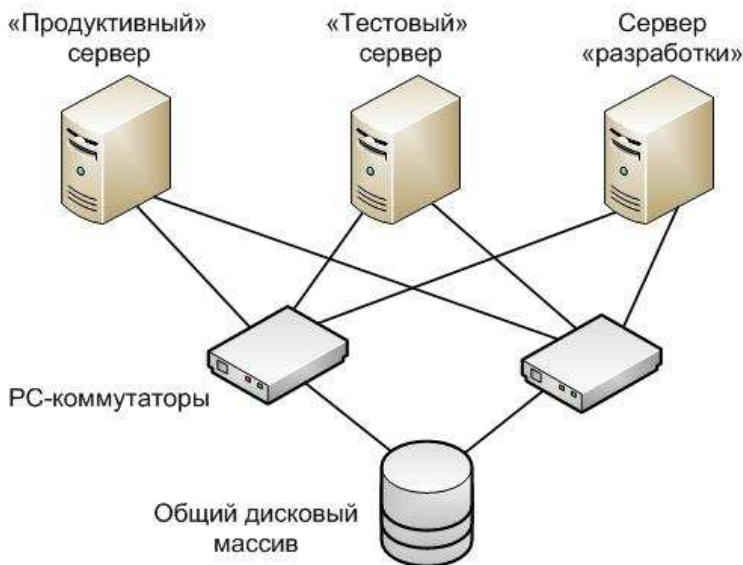
Так как система резервного копирования относится к числу служебных, т.е. нагрузка на вычислительные средства, которую она создает, не является полезной с точки зрения предоставления информационных сервисов, эту нагрузку желательно уменьшить. Данная задача



**Рис. 3.20. Архитектура системы резервного копирования**

распадается на две: сокращение так называемого «окна резервного копирования» (т.е. времени, в течение которого компьютер-клиент выполняет резервное копирование) и уменьшение трафика соответствующих данных в корпоративной ЛВС. Внедрение системы резервного копирования в составе СХД позволяет сократить «окно» благодаря интеграции со средствами создания PIT-копий, реализованными в современных дисковых массивах: с данных практически мгновенно делается «моментальный снимок», и резервное копирование выполняется уже с этого снимка, а сервер продолжает работу. Снизить нагрузку на локальную сеть помогут технологии LAN-free backup и Serverless backup, предоставляемые SAN-сетями.

Рассмотренные выше методы обеспечения высокой доступности инвариантны к типу информационной системы и применимы для всех ERP-систем. Целесообразность применения того или иного метода зависит от критичности конкретной системы для бизнеса предприятия и объема финансовых потерь в случае ее простоя. Однако при выборе конкретных мер необходимо учесть архитектурные особенности конкретного ERP-решения. Для того чтобы сократить время возможного простоя, в системе необходимо выявить единые точки отказа (Single Point Of Failure – SPOF) и постараться их ликвидировать путем применения перечисленных выше методов.



**Рис. 3.21. Пример архитектуры ERP-системы на базе SAP R/3**

Рассмотрим ERP-систему на базе продукта SAP R/3. Одним из вариантов внедряемых архитектур SAP R/3 является классическая схема из трех серверов – «продуктивного», «тестового» и «сервера разработки» (рис. 3.21).

Очевидно, что критичным для работы ERP-системы является «продуктивный» сервер. Снизить время его возможного простоя можно, продублировав все те его компоненты, которые являются SPOF. Но это не всегда осуществимо и зависит от модели используемого сервера. Другой вариант – продублировать работу «продуктивного» сервера на одном из двух оставшихся – «тестовом» или «разработки». Для этого как минимум необходимо, чтобы «продуктивный» и дублирующие серверы имели доступ к одним и тем же данным, например, были подключены через SAN к общему дисковому массиву. Если у предприятия недостаточно квалифицированных кадров, чтобы организовать круглосуточное дежурство администраторов, которые смогут в случае неисправности «продуктивного» сервера перевести работу модулей SAP R/3 на дублирующий, рекомендуется создать кластер высокой доступности, способный делать это автоматически.

Ряд модулей SAP, особенно продукты серии mySAP, рекомендуется развертывать на серверном комплексе с трехуровневой архитектурой: клиент, сервер приложений, сервер баз данных (предыдущий рассмотренный вариант имел двухуровневую архитектуру – клиент и

сервер). Трехуровневая архитектура характерна и для ERP-систем, построенных на основе продуктов Oracle Applications. В этой архитектуре сервер приложений является менее критичным элементом, чем сервер баз данных, отвечающий за работу с самым ценным элементом системы – данными. Если сбой сервера может быть ликвидирован путем перезагрузки (это довольно частый случай), то сервер приложений перезагрузится и продолжит работу намного быстрее, чем сервер баз данных, которому необходимо будет запускать СУБД и в случае аварийной остановки СУБД выполнять восстановление баз. Серверов приложений может быть несколько, и они могут дублировать работу друг друга без использования кластерных технологий. Организовать дублирование сервера приложений проще, чем сервера баз данных, поскольку серверы приложений не хранят информацию, а обращаются за ней к серверам баз данных. Таким образом, в системе с трехуровневой архитектурой основное внимание необходимо обратить на серверы баз данных и именно для них применить такие методы повышения доступности, как дублирование компонентов и кластеризация.

Еще одной особенностью реализации ERP-систем на основе продуктов SAP является то, что для ряда модулей SAP, например BW и HR, рекомендуется использовать выделенные серверы. Архитектура системы в таком случае будет двухуровневой и содержащей несколько серверов. Если для обеспечения высокой доступности такой ERP-системы использовать кластерную технологию, то оптимальным будет кластер с топологией  $N + 1$ , где один сервер резервирует работу остальных и в случае выхода из строя одного из них берет на себя выполнение его функций. Когда в качестве платформы ERP-системы применяется один из промышленных вариантов UNIX, проблем нет: все основные производители (Sun, HP и IBM) предлагают кластерные решения, поддерживающие топологию  $N + 1$  для большого числа (как минимум до восьми) узлов. Однако для платформы MS Windows NT/2000 кластер с четырьмя узлами поддерживается только в варианте ОС DataCenter и для фиксированного числа аппаратных конфигураций. Альтер-нативой в данном случае может служить кластер VERITAS Cluster Server 2.0 for Windows, который поддерживает конфигурации до 32 узлов.

### **3.2.3. ERP II-система**

По определению, данному Gartner Group, ERP II – это бизнес-стратегия предприятия, принадлежащего к определенной отрасли, а также набор ключевых для данной отрасли программных приложений, помогающих клиентам и акционерам предприятий увеличивать стоимость бизнеса за счет эффективной ИС и оптимизации операционных и финансовых процессов как внутри своего предприятия, так и во внешнем мире, т.е. в рамках сотрудничества с другими предприятиями.

Основная идея ERP II заключается в выходе за рамки задач по оптимизации внутренних процессов организации предприятия: кроме интеграции традиционных для ERP-систем областей деятельности предприятия. Системы класса ERP II позволяют управлять взаимоотношениями с клиентами (телефонные звонки, визиты, рассылки рекламных и маркетинговых материалов, качество и скорость послепродажного обслуживания и т.д.), цепочками поставок (координацию работы служб маркетинга, сбыта и снабжения), вести торговлю через Интернет.

До недавнего времени функциональностью ERP II обладали лишь некоторые интегрированные системы управления для крупных предприятий (mySAP.com., Oracle E-Business Suite и др.) Высокая стоимость и сложность внедрения этих систем делали их недоступными для большинства предприятий среднего масштаба.

В настоящее время сформировался рынок систем класса ERP II, ориентированных на средние предприятия, и развивающиеся предприятия получили возможность пользоваться всеми преимуществами ERP II, внедряя системы средней ценовой категории, не только не уступающие, а во многом превосходящие по функциональности и гибкости своих «тяжелых» собратьев. В то же время очевидно, что средние предприятия стремятся к более «низкому» ценовому порогу, более быстрому и ресурсосберегающему внедрению и гибкости систем при эксплуатации. Эти требования заставляют разработчиков применять новые технологии, которые и находят свое воплощение в новых системах класса ERP II, более гибких, более доступных и масштабируемых.

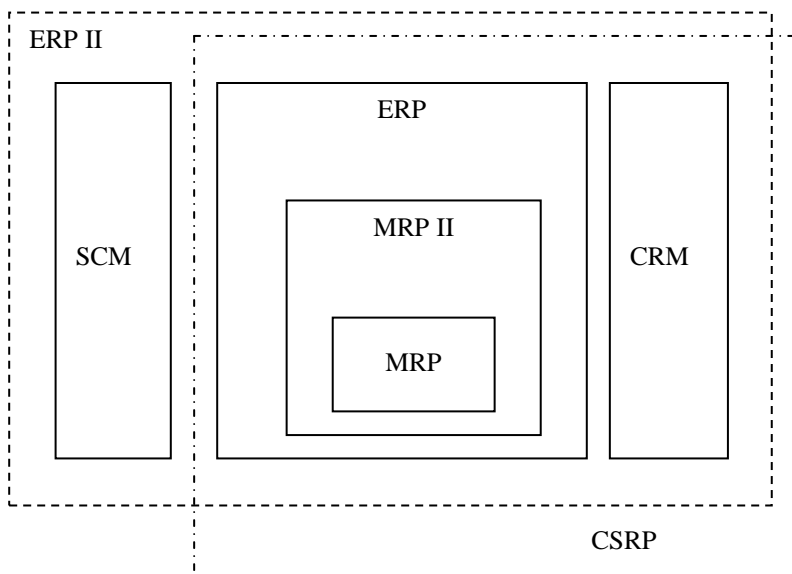
На рисунке 3.23 приведена структурная схема ERP II-системы, которая является частным случаем обобщенной схемы, показанной на рис. 1.5.

Корпоративные ресурсы, охватываемые CSRP-системой (Customer Synchronized Resource Planning), обслуживают такие этапы производственной деятельности, как проектирование будущего изделия с учетом специфических требований заказчика, гарантийное и сервисное обслуживание.

По прогнозам Gartner Group системы SCM и CRM станут необходимыми модулями ERP II систем.

SCM (Supply Chain Management) – система управления цепочкой поставок, т.е. к системам класса SCM можно отнести все решения, которые способствуют выработке стратегии, координации планирования и управления в сфере поставок, производства, складирования и доставки товаров.

Для ведения производственной деятельности большинству предприятий необходимы разные материалы и ресурсы. На этом уровне система SCM решает задачу взаимодействия с поставщиками: их по-



**Рис. 3.22. Структурная схема ERP II-системы**

иск, оформление заказов, взаиморасчеты и т.д. При этом эти задачи могут решаться с помощью специальных АСУ обеспечения и электронных торговых площадок (e-commerce). При этом SCM должна предоставлять мощный аналитический модуль, который позволяет определить фактические потребности – в объемах закупок для обеспечения производственного процесса. Система SCM может помочь определить оптимальный объем выпуска продукции, а также поддерживать процесс принятия соответствующих тактических решений о производственных мощностях и развития производства (интеграция с ERP) – пользуясь данными спроса на продукцию и предложения от поставщиков (интеграция с CRM).

CRM (Customer Relations Management) – система управление отношениями с клиентами, основанная на применении новых управленческих и информационных технологий, с помощью которых предприятия аккумулируют знания о клиентах для выстраивания взаимовыгодных отношений с ними. Подобные отношения способствуют увеличению прибыли, так как привлекают новых клиентов и помогают удержать старых.

CRM реализуется с помощью специального набора программного обеспечения (приложений) и технологий, позволяющих автоматизировать, а значит, совершенствовать бизнес-процессы в сфере продаж, маркетинга и обслуживания клиентов. Это дает возможность предпри-



ятию обращаться к заказчикам услуг с интересными предложениями в наиболее удобный момент времени и по наиболее удобным каналам связи.

Во многих предприятиях отделы продаж, маркетинга и обслуживания клиентов пока еще действуют независимо друг от друга, и по этой причине их представления о заказчике зачастую противоречивы, а действия – несогласованны. Система CRM облегчает координацию действий различных отделов, обеспечивая их общей платформой для взаимодействия с клиентами, и дает каждому из них доступ к полной информации о них, что способствует наилучшему удовлетворению потребностей клиентов.

Основной системы CRM являются приложения:

- автоматизации продаж (Sales Force Automation – SFA), которые способствует: увеличению прибыли; повышению точности прогнозов (планирования), а также эффективности контактов с клиентами при осуществлении продаж; повышению вероятности заключения сделки; снижению издержек на продажи;

- автоматизации маркетинга (Marketing Automation – MA), которые позволяют провести адресный маркетинг; увеличить количества маркетинговых каналов за счет использования возможностей Интернета;

- поддержки клиентов (Customer Service & Support – CSS): снижение издержек на службу поддержки, улучшение предоставляемого сервиса, повышение удовлетворенности клиентов, преобразование службы поддержки из затратного в прибыльный отдел;

- автоматизации продаж (Sales Force Automation, SFA). На них возлагаются следующие функции: ведение календаря событий и планирование работы; работа с клиентами (каждый клиент будет обслужен на высочайшем уровне, благодаря зафиксированной истории взаимодействия с ним); мониторинг потенциальных продаж (ни одна потенциальная возможность не будет упущена, каким бы плотным не было расписание сотрудника); автоматическая подготовка коммерческих предложений (освобождает сотрудников от рутинной работы); предоставление информации о ценах; автоматическое обновление данных о размере бонуса в зависимости от выполнения поставленных задач; формирование отчетов (эффективной инструментарий автоматического создания отчетов по результатам деятельности).

Gartner Group дает некоторые рекомендации тем предприятиям, которые намерены использовать систему CRM. Рекомендации зависят от типа предприятия:

- тип А: агрессивно внедряющие новые технологии;
- тип В: умеренно внедряющие новые технологии;
- тип С: консервативно относящиеся к новым технологиям.

Gartner Group советует предприятиям типа А и В не искать единое приложение, удовлетворяющее всем потребностям в области продаж, маркетинга и сервиса. Им следует использовать предложения нескольких ведущих поставщиков, наилучшим образом решающих конкретные задачи (например, приложение автоматизации фронт-офиса может быть от одного поставщика, приложение для разработки и проведения маркетинговых кампаний – от другого, приложение обработки вызовов – от третьего). При этом рекомендуется пользоваться помощью консультантов для интеграции указанных приложений и рабочих процессов.

Предприятия, относящиеся к типу С, должны выбирать интегрированные приложения, обладающие достаточной функциональностью во всех трех сферах и способные обеспечить потребности компании на ближайшие три года.

Е-commerce (электронная коммерция) – это совокупность технических и организационных форм ведения коммерческой деятельности и совершение операций с использованием электронных систем и сети Интернет, как средство взаимодействия с партнерами, банком, поставщиками и потребителями товаров и услуг. Как правило, в системах e-commerce имеют место все этапы совершения операций: поиск нужной продукции, уточнение деталей операции, оплата, получение (доставка) заказа.

Вариантом электронной коммерции между предприятиями являются системы B2B (см. рис. 1.5). Такие системы используются для организации обеспечения предприятия и сбыта готовой продукции.

На рисунке 3.23 приведена типичная структура открытой системы электронного снабжения – электронной торговой площадки.

Электронные торговые площадки (ЭТП) подразделяются на buyer-driven, supplier-driven и third-party-driven, т.е. площадки, созданные продавцом, покупателем и третьей стороной соответственно.

В качестве создателей, а также основных пользователей ЭТП, обычно выступают: крупные поставщики, осуществляющие продажи большому числу корпоративных клиентов; розничные сети, закупающие товары крупным оптом; компании, организующие посредническую деятельность в сфере электронной торговли.

Различают четыре типа моделей third-party-driven: онлайн-каталог, аукцион, биржа, сообщество.

Модель «онлайн-каталог» представляет собой собрание «витрин» нескольких продавцов, на которых выставлены товары с фиксированными ценами.

Модель «аукцион» отличается от каталога аукционной системой формирования цены.

Третья модель – «биржа» – подразумевает саморегуляцию цены текущим спросом и предложением.



**Рис. 3.23. Структурная схема электронной торговой площадки**

В модели «сообщество» участников объединяет общий интерес. Статья доходов в данной модели – взносы участников, рекламные поступления и спонсорское участие.

Для запуска B2B-продаж в сети можно либо создать собственную ЭТП, либо стать участником уже существующей. При создании собственной ЭТП выбор поставщика программно-аппаратного комплекса сводится к поиску компромисса между ценой и соответствием предлагаемой системы ряду условий. Среди основных требований, предъявляемых к современной ЭТП, можно отнести: доступность и комфортность работы, масштабируемость (рост числа участников не должен сказываться на скорости работы), интеграционные возможности, безопасность (надежный механизм идентификации и шифрования).

Из зарубежных поставщиков ПО отметим компании Oracle, Arriba, CommerceOne.

Выбор российского поставщика ПО может оказаться оптимальным решением, поскольку предлагаемые системы ориентированы на специфику отечественной e-коммерции и стоят меньше зарубежных аналогов. В качестве примера можно привести компанию B2R, предлагающую спектр решений для ведения межкорпоративного бизнеса в Internet.

### 3.3. ДРУГИЕ МЕТОДИКИ

Метод планирования и управления Just-in-time (JIT – точно вовремя) появился в Японии на предприятиях автомобильного концерна в 1950-х гг. Он охватывает проектирование изделий, выбор поставщиков, обеспечение качества, планирование, учет производства и контроль (с использованием специальных бирок-ярлыков Kanban). Одна из важнейших концепций метода «точно вовремя» связана с минимизацией страховых и межоперационных заделов за счет стабилизации поставок, а также обеспечения резерва производственных мощностей. Метод «точно вовремя» не противоречит MRP и MRP II и часто предлагается в современных системах как одна из форм организации производства. Однако до сих пор он не соответствовал традиции отечественной промышленности, так как именно заделы и запасы сырья служат буфером от нестабильности поставок, смежников и растущих цен комплектующих изделий. Кроме того, в России считалось, что полезнее повышать значение коэффициента использования оборудования (вместо создания задела мощностей), чем рационально планировать объем межоперационных заделов, а эти два показателя – взаимосвязаны.

Методы OPT (Optimised Production Technology – оптимизированная технология производства) созданы в Израиле в 1970-х гг. (работы Эли Голдрайт). На их основе был разработан ряд программных пакетов. Методы OPT предназначены для максимизации выпуска продукции при сокращении объема запасов и производственных затрат. В их основе лежит определение «узких мест» (производственных мощностей или материальных ресурсов) и наиболее точный их учет при планировании. Методика оценки «узких мест» сохраняет актуальность и применяется в алгоритмах планирования и определения ресурсов производственных мощностей MRP II.

Концепция компьютеризированного интегрированного производства (CIM, Computer Integrated Manufacturing) возникла в начале 1980-х гг. и связана с интеграцией гибкого производства и систем управления им. CIM с точки зрения систем управления и планирования (в качестве которых используются ERP и MRP II) предполагает интеграцию всех подсистем системы управления (управления снабжением, проектированием и подготовкой производства; планирования и изготовления; управления производственными участками и цехами; управления транспортно-складскими системами; управления обеспечением оборудованием, инструментом и оснасткой; систем обеспечения качества, сбыта, а также финансовых подсистем) [APICS92].

Методы CALS (Computer-aided Acquisition and Logistics Support – компьютерная поддержка процесса поставок и логистики) возникли в 1980-х гг. в военном ведомстве США для повышения эффективности управления и планирования в процессе заказа, разработки, организации производства, поставок и эксплуатации военной техники. CALS

предусматривает однократный ввод данных, их хранение в стандартных форматах, стандартизацию интерфейсов и электронный обмен информацией между всеми организациями и их подразделениями – участниками проекта. Методы доказали свою эффективность и переносятся в настоящее время на «гражданские» отрасли промышленности. Новая концепция сохранила аббревиатуру CALS с более широким смыслом (Continuous Acquisition and Life circle Support – поддержка непрерывного жизненного цикла продукции). Проводится стандартизация ряда аспектов CALS в международной организации стандартизации ISO. Методы CALS могут использоваться вместе с MRP II/ERP и CIM. В отличие от них CALS позволяет управлять всем жизненным циклом продукции, включая маркетинг, управление комплексными проектами, обслуживанием при эксплуатации.

### **Контрольные вопросы**

1. Назовите преимущества использования MRP.
2. Из каких этапов состоит цикл работы MRP?
3. Какие основные данные используются при работе CRP?
4. Назовите особенности и преимущества замкнутого цикла MRP.
5. Как организовано резервное копирование в ERP системах?
6. Что такое электронная коммерция?

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

---

В условиях рыночной экономики промышленные предприятия нуждаются в решении задач управления на качественно новом уровне. Необходимость оперативного реагирования на конъюнктуру рынка и быстро меняющуюся экономическую ситуацию требует гибкости структуры управления предприятия, оптимизации процессов управления, решения задач управленческого учета.

В учебном пособии обсуждены основные задачи и особенности системного подхода к автоматизации управления предприятием, рассмотрены преимущества и недостатки различных подходов к автоматизации, используемые сегодня.

Современная информационная система в масштабе корпорации – это комбинация, тесное переплетение различных информационных технологий, предлагаемых сегодня на рынке. Искусство создания таких систем – в сбалансированной интеграции этих технологий и соответствующих программных и аппаратных средств. В учебном пособии рассмотрены теоретические и практические аспекты выбора системы комплексной автоматизации (так как выбор конкретного варианта КИС – один из самых ответственных моментов автоматизации управления предприятием) и приводятся примеры применения современных информационных технологий для реализации элементов интегрированной системы управления предприятием.

Основная задача учебного пособия – дать студентам базовый уровень знаний, необходимых сегодня для успешной работы по созданию, модернизации и эксплуатации современных корпоративных информационных систем.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

---

1. Хаммер, М. Реинжиниринг корпорации: манифест революции в бизнесе / М. Хаммер, Д. Чампи ; пер. с англ. – СПб. : Изд-во СПб. ун-та, 1997. – 332 с.
2. Гайфулин, Б.Н. Автоматизированные системы управления предприятиями стандарта ERP/MRP II / Б.Н. Гайфулин, И.А. Обухов. – М. : Богородский печатник, 2001. – 104 с.
3. Логистика : учебник / под ред. Б.А. Аникина. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2008. – 368 с.
4. Реинжиниринг бизнес-процессов / Н.М. Абдикеев, П.Т. Данько, С.В. Ильдеменов, А.Д. Киселев. – М. : Эксмо, 2007. – 592 с.
5. Павлов, В.В. Структурное моделирование в CALS-технологиях / В.В. Павлов. – М. : Наука, 2006. – 308 с.
6. Вендров, А.М. Проектирование программного обеспечения экономических информационных систем : учебник / А.М. Вендров. – М. : Финансы и статистика, 2006. – 544 с.
7. Гламаздин, Е.С. Управление корпоративными программами: информационные системы и математические модели / Е.С. Гламаздин, Д.А. Новиков, А.В. Цветков. – М. : ИПУ РАН, 2003. – 159 с.
8. Калашян, А.Н. Структурные модели бизнеса: DFD-технологии / А.Н. Калашян, Г.Н. Калянов. – М. : Финансы и статистика, 2003. – 256 с.
9. Соколов, Н. Скромное обаяние ERP II. Тенденции развития ERP-систем / Н. Соколов // Компьютерра. – 2002. – № 12. – С. 5 – 8.
10. Бирюков, В. Введение в CRM / В. Бирюков, В. Дрожжинов // PC Week/RE. – 2001. – № 25. – С. 9 – 12.
11. Уотерс, Д. Логистика. Управление цепью поставок / Д. Уотерс. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 503 с.
12. Сапунцов, В.Д. Применение CASE-средств BR-win и Erwin для проектирования информационных систем / В.Д. Сапунцов, М.А. Лысенко, Ф.Я. Султанов ; под ред. В.Д. Сапунцова. – М. : РГУ Нефти и газа, 2000. – 53 с.
13. Насакин, Р. Плюсы и минусы B2B Интернет-коммерции / Р. Насакин // Sales. – 2005. – № 3. – С. 56 – 60.
14. Питеркин, С.В. Точно вовремя для России. Применение ERP-систем / С.В. Питеркин, Н.А. Оладов, Д.В. Исаев. – М. : Альпина Паблишер, 2010. – 368 с.
15. Бьерн, А. Бизнес-процессы. Инструменты совершенствования / А. Бьерн. – М. : Стандарты и качество, 2007. – 272 с.

16. Елиферов, В.Г. Бизнес-процессы. Регламентация и управление / В.Г. Елиферов, В.В. Репин. – М. : ИНФРА-М, 2009. – 320 с.
17. Олейник, П.П. Основные стандарты корпоративных информационных систем: MPS, MRP, MRP II, ERP, CSRP, ERP II / П.П. Олейник. – М. : LAMBERT, 2011. – 88 с.
18. Гаврилов, Д. Управление производством на базе стандарта MRP II / Д. Гаврилов. – СПб. : Питер, 2008. – 416 с.
19. Кудинов, А. CRM. Российская практика эффективного бизнеса / А. Кудинов, М. Сорокин, Е. Голышева. – М. : 1С-Публишинг, 2009. – 376 с.
20. Хазаров, В.Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами / В.Г. Хазаров. – М. : Профессия, 2009. – 592 с.
21. Китова, О.В. Корпоративные информационные системы управления / О.В. Китова, Н.М. Абдикеев. – М. : ИНФРА-М, 2012. – 464 с.
22. Калянов, Г.Н. Консалтинг: от бизнес-стратегии к корпоративной информационно-управляющей системе / Г.Н. Калянов. – М. : Горячая линия – Телеком, 2011. – 210 с.
23. Левочкина, Г.А. Направления продуктового ИТ-консалтинга / Г.А. Левочкина, Г.Н. Калянов // Автоматизация в промышленности. – 2010. – № 9. – С. 40 – 44.
24. Калянов, Г.Н. Направления стратегического ИТ-консалтинга / Г.Н. Калянов, Р.Б. Васильев, Г.А. Левочкина // Автоматизация в промышленности. – 2009. – № 11. – С. 3 – 8.
25. Калянов, Г.Н. Выбор ИТ-решений для промышленных предприятий / Г.Н. Калянов, Г.А. Левочкина // Автоматизация в промышленности. – 2011. – № 10. – С. 3 – 8.
26. Калянов, Г.Н. Моделирование, анализ, реорганизация и автоматизация бизнес-процессов : учебное пособие / Г.Н. Калянов. – М. : Финансы и статистика, 2007. – 240 с.
27. Гвоздева, Т.В. Проектирование информационных систем / Т.В. Гвоздева, Б.А. Баллод. – М. : Феникс, 2009. – 512 с.
28. Грекул, В.И. Проектирование информационных систем / В.И. Грекул, Г.Н. Денищенко, Н.Л. Коровкина. – М. : Интернет-Ун-т информ. технол., 2005. – 304 с.



Учебное издание

ПОГОНИН Василий Александрович,  
СХИРТЛАДЗЕ Александр Георгиевич,  
ТАТАРЕНКО Сергей Иванович,  
ПУТИН Сергей Борисович

# КОРПОРАТИВНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Учебное пособие

Редактор З.Г. Чернова  
Компьютерное макетирование М.А. Евсейчевой

Подписано в печать 12.07.2012.  
Формат 60 × 84 / 16. 8,37 усл. печ. л. Тираж 400 экз. Заказ № 404

Издательско-полиграфический центр  
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»  
392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106, к. 14